

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES

INVESTIGACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAESTRÍA

**ESTUDIO TÉCNICO - ECONÓMICO SOBRE EL IMPACTO DE LAS
REDES DE TELECOMUNICACIONES Y PROPUESTA DE NORMATIVA
PARA EL DESPLIEGUE DE REDES AÉREAS EN EL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO**

BETTY PAOLA VENEGAS LÓPEZ

QUITO – ECUADOR

2014

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación, en primer lugar a mi Dios por obsequiarme el don de la vida, brindándome salud y bienestar para lograr mis metas propuestas, resguardarme con su infinito amor, guiar mis pasos en cada situación de la vida, darme fortaleza para levantarme de cada caída y continuar siempre hacia adelante, creyendo totalmente en esta frase: “La confianza en sí mismo, la actitud positiva y la perseverancia son los argumentos claves para triunfar”.

En segundo lugar, dedico a mi querida familia quienes me han apoyado incondicionalmente para llegar a esta instancia de mi formación académica, ya que siempre han estado presentes para alentarme moralmente con sus valores y principios, me han enseñado el verdadero significado de amor y dedicación, han sido mi mayor bendición, motivación y ejemplo a seguir para nunca rendirme en mis objetivos y han formado en mí la persona que ahora soy.

Una dedicatoria singular a mi querido director de tesis, Francisco Balarezo, quien me ha guiado, apoyado y corregido incondicionalmente en mi labor de desarrollo de este proyecto de investigación y a nivel de crecimiento personal y profesional, con un interés y entrega que han sobrepasado todas las expectativas que deposité en su persona.

A mis amigos y compañeros, quienes compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante este período de estudio estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que esta meta se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mi Dios, por brindarme la fortaleza para seguir adelante ante cualquier adversidad, por mostrarme cada día con paciencia y sabiduría que todo es posible y a nunca rendirme, por ser Él quien guía cada paso de mi vida y por ofrecerme siempre su infinito amor y misericordia.

Agradecer a mi querida familia por su total apoyo, comprensión, motivación y su amor incondicional, estando presentes siempre a lo largo de mi vida estudiantil, profesional y personal, a ellos que siempre tuvieron una palabra de aliento en los momentos difíciles y que han sido incentivos y los mejores ejemplos a seguir, conformando principios y valores fundamentales en mi vida.

Un agradecimiento especial a mi Director de Tesis, Francisco Balarezo, por su dedicación y aporte en el trayecto del desarrollo de este proyecto de investigación, quien además de lo académico ha dejado grandes enseñanzas para mi vida personal y profesional, un gran ejemplo de persona íntegra a seguir.

Además agradezco por el tiempo invertido y la colaboración brindada en esta investigación a mis revisores Gustavo Chafra y Carlos Egas.

Finalmente, agradezco a mis amigos y compañeros, con quienes he compartido muchas experiencias y han sido parte de cada día de mi vida, por brindarme su apoyo y comprensión durante este trayecto estudiantil.

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en exponer diferentes alternativas de solución para el desorden de las redes aéreas de telecomunicaciones instaladas actualmente, elaborar una propuesta de Norma Técnica para el despliegue y ordenamiento de redes alámbricas aéreas de telecomunicaciones, así como una propuesta de normativa alternativa referente a la regulación vigente, y el control de instalación de nuevas redes.

Esta propuesta de Norma deberá ser analizada y aprobada como política pública por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) y ser socializada a todos los entes involucrados; finalmente esta investigación realiza un análisis económico que ha implicado la transición de infraestructura aérea a soterrada, reordenamiento aéreo y las consecuencias que ha implicado en las empresas operadoras.

La importancia de este proyecto radica en proporcionar soluciones a varios problemas técnicos de los servicios de telecomunicaciones, impacto visual negativo y accidentes a terceros; los mismos que han sido ocasionados por la ausencia de una normativa técnica y el uso indiscriminado del espacio público, colaborando de esta manera al bienestar de la ciudadanía, su seguridad e integridad.

ABSTRACT

This current research shows different alternative solutions for different types of telecommunications networks installed disorderly, this document also develops a proposed technical standard for the deployment and management wireline telecommunication networks, as well as a proposed of alternative legislation according to current regulations and controlling new networks installations.

This proposed standard must be reviewed and approved as a public politic by “Consejo Nacional de Telecomunicaciones” (CONATEL) and be socialized to all entities involved; Finally this research provides an economic analysis which involves the transition from aerial infastructure to underground, arrangement and the consequences that have been implicated in the operating companies.

The importance of this project is to provide solutions for some technical problems because of telecommunications services such as negative visual impacts and accidents to third parties; these have been caused by the lack of technical standards and the indiscriminate use of public space.

This project helps in this way to the welfare of citizens, security and integrity.

PRÓLOGO

Actualmente, la ciudad de Quito se encuentra afectada por el impacto visual negativo que generan las redes aéreas de telecomunicaciones y energía eléctrica, lo cual perjudica al medio ambiente, seguridad e integridad de transeúntes, operarios, vehículos y calidad de servicios a los clientes.

Debido a que no existe infraestructura soterrada en las ciudades de nuestro país, se han desarrollado instalaciones de redes aéreas y se continúa con este tendido en la postería actual, desplegando redes en forma desordenada, debido a que no existe una norma técnica que establezca parámetros de instalación adecuada.

Es así que la presente investigación expone propuestas de las diferentes alternativas de solución que dicha problemática posee, basado dentro del ámbito del Plan Nacional de Soterramiento y Reordenamiento Aéreo, fortaleciendo de esta manera los objetivos del Gobierno Nacional, en lo referente a continuar soterrando las redes de telecomunicaciones y energía eléctrica en todos los centros históricos, sectores emblemáticos, ingresos a las ciudades, vías principales y sectores turísticos y reordenando las redes aéreas existentes en los demás sectores del Distrito Metropolitano de Quito.

Adicionalmente, se analiza las diferentes tecnologías y topologías de redes de telecomunicaciones existentes, con la finalidad de proponer las mejores

alternativas de solución para el nuevo despliegue de las mismas, mediante la propuesta de una Norma Técnica de instalación y ordenamiento de redes de telecomunicaciones en el Distrito Metropolitano de Quito.

Los mayores niveles de competencia en el sector de telecomunicaciones producto de la libre iniciativa de las empresas debe compatibilizarse con un marco regulatorio que propicie la inversión en infraestructura, favoreciendo los procesos de cooperación público – privado y de autorregulación de las empresas, es por esta razón que este proyecto de investigación incluye además como uno de sus objetivos, el análisis de la regulación vigente con relación al despliegue de redes y propuesta de normativa alternativa.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA..... | I |
| AGRADECIMIENTO..... | II |
| RESUMEN..... | III |
| ABSTRACT | IV |
| PRÓLOGO | V |
| CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO..... | 20 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 20 |
| 1.1.1. Consecuencias..... | 22 |
| 1.2 INTRODUCCIÓN | 23 |
| 1.3 OBJETIVOS | 25 |
| 1.3.1. Objetivo General | 25 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 25 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 25 |
| 1.5 COMPONENTES DE REDES DE TELECOMUNICACIONES EN PLANTA EXTERNA PARA INSTALACIÓN AÉREA | 26 |
| 1.5.1 Tipos de cables | 26 |
| 1.5.1.1Cable de par trenzado | 27 |
| 1.5.1.2Cable coaxial | 32 |
| 1.5.1.3Cable de fibra óptica..... | 34 |
| 1.5.1.3.1Tipos de cable de fibra óptica aérea | 36 |
| 1.5.2 Elementos Activos..... | 39 |
| 1.5.2.1Fuente de poder | 40 |
| 1.5.2.2Amplificador de señal | 41 |
| 1.5.2.3Nodo óptico | 41 |
| 1.5.3 Elementos Pasivos | 42 |
| 1.5.3.1Caja de dispersión | 42 |
| 1.5.3.2 Distribuidor de fibra óptica (ODF – Optical Distribution Frame)..... | 43 |
| 1.5.3.3 Tap..... | 44 |
| 1.5.3.4 Splitter..... | 45 |
| 1.5.3.5 Manga de empalme..... | 46 |
| 1.5.3.6 Acoplador de red | 46 |
| 1.5.4 Reservas | 47 |
| 1.5.5 Componentes de sujeción..... | 48 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.5.5.1 | Herrajes | 49 |
| 1.5.5.1.1 | Herraje tipo A | 49 |
| 1.5.5.1.2 | Herraje tipo B | 50 |
| 1.5.5.1.3 | Herraje tipo C | 50 |
| 1.5.5.1.4 | Herraje tipo D | 51 |
| 1.5.5.2 | Flejes y hebillas | 51 |
| 1.5.5.3 | Amarras plásticas (precintos) | 52 |
| 1.5.6 | Componentes de las redes para servicios a abonados | 53 |
| 1.5.6.1 | Cables de acometida | 53 |
| 1.5.6.2 | Elementos de sujeción del cableado | 55 |
| 1.6 | INSTALACIÓN AÉREA DE REDES DE TELECOMUNICACIONES | 57 |
| 1.6.1 | Antecedentes | 57 |
| 1.6.2 | Postes | 60 |
| 1.6.2.1 | Clasificación de los postes | 60 |
| 1.6.2.1.1 | Clasificación según material constitutivo | 60 |
| 1.6.2.2 | Ubicación de redes eléctricas y de telecomunicaciones en postes | 61 |
| 1.6.2.2.1 | Altura mínima de redes de telecomunicaciones respecto a redes eléctricas | 61 |
| 1.6.3 | Identificación de redes de telecomunicaciones | 63 |
| | CAPÍTULO 2 INSTALACIÓN SOTERRADA DE REDES DE TELECOMUNICACIONES | 65 |
| 2.1 | CANALIZACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES | 65 |
| 2.2 | TECNOLOGÍAS SIN ZANJAS | 67 |
| 2.2.1 | Topos | 68 |
| 2.3 | UBICACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES EN EL SUBSUELO | 70 |
| 2.4 | COMPONENTES DE INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS PARA REDES DE TELECOMUNICACIONES | 73 |
| 2.4.1 | Obra Civil | 73 |
| 2.4.1.1 | Zanjas | 73 |
| 2.4.1.1.1 | Obras previas a la ejecución de las zanjas | 74 |
| 2.4.1.1.2 | Forma de zanjas | 75 |
| 2.4.1.1.3 | Dimensiones de zanjas | 75 |
| 2.4.1.1.4 | Instalación de ductos en zanjas | 78 |
| 2.4.1.2 | Ductos | 81 |
| 2.4.1.3 | Triductos | 85 |
| 2.4.1.3.1 | Características técnicas de un triducto para zanjas | 86 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 2.4.1.4 | Pozos de revisión | 87 |
| 2.4.1.5 | Cajas de mano | 90 |
| 2.4.1.6 | Cajas para elementos activos y pasivos de telecomunicaciones | 91 |
| 2.4.1.6.1 | Cajas para elementos activos | 91 |
| 2.4.1.6.2 | Cajas para elementos pasivos | 93 |
| 2.5 | COMPONENTES DE REDES DE TELECOMUNICACIONES PARA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA..... | 94 |
| 2.5.1 | Componentes de redes de telecomunicaciones | 94 |
| 2.5.1.1 | Recomendaciones para el tendido de cables subterráneos | 94 |
| 2.5.1.2 | Cables..... | 96 |
| 2.5.1.3 | Elementos activos | 100 |
| 2.5.1.4 | Elementos pasivos | 100 |
| 2.5.1.5 | Componentes de sujeción | 100 |
| 2.5.1.6 | Componentes de las redes para servicios a abonados | 102 |
| | CAPÍTULO 3 NORMA TÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN Y ORDENAMIENTO DE REDES DE CONECTIVIDAD DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO | 104 |
| 3.1 | ANEXO TÉCNICO PARA INSTALACIONES DE REDES ELÉCTRICAS Y DE CONECTIVIDAD EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO | 104 |
| 3.1.1 | Redes subterráneas | 105 |
| 3.1.1.1 | Tuberías de PVC para los ductos de instalación de servicios | 107 |
| 3.1.2 | Ordenamiento de redes en el período de transición de desocupación del espacio público aéreo | 108 |
| 3.1.3 | Redes aéreas | 109 |
| 3.1.3.1 | Requerimientos técnicos para la instalación de redes de telecomunicaciones en planta externa | 113 |
| 3.2 | PROPUESTA DE NORMA TÉCNICA PARA INSTALACIÓN Y ORDENAMIENTO DE REDES PARA CONECTIVIDAD DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO | 115 |
| 3.2.1 | Redes aéreas | 116 |
| 3.2.1.1 | Título I: Objeto, responsabilidad y definiciones..... | 116 |
| 3.2.1.2 | Título II: Derechos de los prestadores de servicios | 116 |
| 3.2.1.3 | Título III: Obligaciones de los prestadores de servicios | 117 |
| 3.2.1.4 | Título IV: Lineamientos técnicos de ordenamiento y despliegue de redes alámbricas aéreas | 118 |
| 3.2.1.5 | Título V: Reordenamiento de Redes de Telecomunicaciones aéreas.. | 127 |
| 3.2.2 | Redes soterradas | 128 |
| 3.2.2.1 | Título I: Objeto y ámbito | 128 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 3.2.2.2 | Título II: Generalidades | 128 |
| 3.2.2.3 | Título III: Tipos de arreglos de ductos para redes de telecomunicaciones | 131 |
| 3.2.2.4 | Título IV: Zonificación del sistema vial urbano y suburbano | 132 |
| 3.2.2.5 | Título V: Normas Técnicas Constructivas de la canalización de ductos, cámaras y cajas de revisión | 134 |
| 3.2.2.6 | Título VI: Elementos activos y pasivos de telecomunicaciones | 136 |
| 3.2.2.7 | Título VII: Características de los cables para instalación subterránea . | 137 |
| 3.2.2.8 | Título VIII: Acometidas de redes de servicios de telecomunicaciones . | 137 |
| 3.2.2.9 | Título IX: Características constructivas para cámaras de revisión | 141 |
| 3.3 | PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE INSTALACIÓN DE REDES AÉREAS | 141 |
| 3.3.1 | Incumplimientos de las empresas operadoras | 142 |
| 3.3.2 | Régimen Sancionatorio | 144 |
| 3.3.3 | Mecanismos de supervisión y control | 146 |
| 3.3.4 | Registro de redes | 148 |
| | CAPÍTULO 4 REGULACIÓN PARA LA INSTALACIÓN Y ORDENAMIENTO DE REDES DE CONECTIVIDAD DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO | 150 |
| 4.1 | CANALIZACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES | 150 |
| 4.1.1 | Regulación existente | 152 |
| 4.1.1.1 | Redes aéreas y soterradas, tasas municipales | 152 |
| 4.1.1.2 | Redes aéreas, utilización de postes..... | 155 |
| 4.1.2 | Propuesta de Regulación | 158 |
| 4.1.2.1 | Redes aéreas | 158 |
| 4.1.2.2 | Redes soterradas | 163 |
| | CAPÍTULO 5 ANÁLISIS ECONÓMICO | 169 |
| 5.1 | SITUACIÓN ACTUAL..... | 169 |
| 5.1.1 | Demanda de uso de postes en el DMQ | 170 |
| 5.1.2 | Precio de implementación de redes aéreas; cables y accesorios | 171 |
| 5.1.2.1 | Tipos de cables | 171 |
| 5.1.2.2 | Elementos activos | 172 |
| 5.1.2.3 | Elementos pasivos | 173 |
| 5.1.2.4 | Elementos de sujeción | 173 |
| 5.1.2.5 | Mano de obra | 174 |
| 5.1.3 | Precios de implementación de redes subterráneas; cables y accesorios | 174 |
| 5.1.3.1 | Tipos de cables | 175 |

| | |
|---|------------|
| 5.1.3.2Elementos activos | 175 |
| 5.1.3.3Elementos pasivos | 176 |
| 5.1.3.4Elementos de sujeción | 176 |
| 5.1.3.5Mano de obra | 177 |
| 5.1.4Análisis comparativo: Redes Aéreas vs Redes Soterradas | 178 |
| 5.1.5Costo de ordenamiento aéreo | 187 |
| 5.1.6Implicaciones de costos en las empresas operadoras: redes aéreas vs redes soterradas | 188 |
| CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 194 |
| 6.1 CONCLUSIONES | 194 |
| 6.2 RECOMENDACIONES | 196 |
| ANEXO I | 198 |
| ANEXO II | 200 |
| ANEXO III | 202 |
| ANEXO IV | 204 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 219 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura. 1.1. Cable de par trenzado..... | 28 |
| Figura. 1.2. Cable de par trenzado UTP | 29 |
| Figura. 1.3. Cable de par trenzado STP | 31 |
| Figura. 1.4. Cable de par trenzado FTP..... | 32 |
| Figura. 1.5. Cable coaxial..... | 32 |
| Figura. 1.6. Cable de fibra óptica | 36 |
| Figura. 1.7. Estructura del cable ADSS concéntrico | 37 |
| Figura. 1.8 Estructura del cable figura 8 | 38 |
| Figura. 1.9 Estructura del cable OPGW | 39 |
| Figura. 1.10 Fuente de poder | 40 |
| Figura. 1.11 Amplificador de señal..... | 41 |
| Figura. 1.12 Nodo óptico | 42 |
| Figura. 1.13 Caja de dispersión | 43 |
| Figura. 1.14 Distribuidor de fibra óptica | 44 |
| Figura. 1.15 Tap | 45 |
| Figura. 1.16 Splitter | 45 |
| Figura. 1.17 Manga de empalme | 46 |

| | |
|---|----|
| Figura. 1.18 Acoplador de red..... | 47 |
| Figura. 1.19 Reserva en rollo | 48 |
| Figura. 1.20 Reserva en figura ocho | 48 |
| Figura. 1.21 Herraje tipo A | 49 |
| Figura. 1.22 Herraje tipo B | 50 |
| Figura. 1.23 Herraje tipo C | 50 |
| Figura. 1.24 Herraje tipo D | 51 |
| Figura. 1.25 Fleje | 52 |
| Figura. 1.26 Hebilla | 52 |
| Figura. 1.27 Amarras plásticas (Precintos) | 52 |
| Figura. 1.28 Sección acometida doble en PVC | 54 |
| Figura. 1.29 Sección acometida doble con cubierta de neopreno | 55 |
| Figura. 1.30 Sección acometida triple con aislación de PVC | 55 |
| Figura. 1.31 Anillo de distribución | 56 |
| Figura. 1.32 Anillo de suspensión | 56 |
| Figura. 1.33 Diagrama de cinta rayada | 56 |
| Figura. 1.34 Pinza de retención para cables ADSS | 57 |
| Figura. 1.35 Exceso de redes de telecomunicaciones y postes desplomados | 58 |
| Figura. 1.36 Distancias de separación entre redes eléctricas y redes de telecomunicaciones | 62 |
| Figura. 2.1. Tecnología sin zanjas: topo | 69 |
| Figura. 2.2. Intervención con la tecnología topo en acera | 69 |
| Figura. 2.3. Zonificación de una acera de 2 metros | 71 |
| Figura. 2.4. División de redes de servicio en la acera | 72 |
| Figura. 2.5. Dimensión de zanja en vías locales en acera de 1,50 a 2 metros | 76 |
| Figura. 2.6. Dimensión de zanja en vías secundarias en acera de 2,00 a 2,70 metros | 76 |
| Figura. 2.7. Dimensión de zanja de calles principales y colectoras en acera mayor a 3,00 metros | 77 |
| Figura. 2.8. Alineación y separación de ductos | 81 |
| Figura. 2.9. Ductos de PVC para servicios de telecomunicaciones | 81 |
| Figura. 2.10. Colocación de ductos de PVC en acera mínima | 82 |
| Figura. 2.11. Colocación de ductos de PVC en acera reducida | 82 |
| Figura. 2.12. Colocación de ductos de PVC en acera estándar | 83 |
| Figura. 2.13. Colocación de ductos de PVC en acera grande | 83 |
| Figura. 2.14. Triducto | 85 |
| Figura. 2.15. Instalación de triductos | 87 |
| Figura. 2.16. Forma y dimensión de pozo de revisión | 89 |
| Figura. 2.17. Corte transversal de un pozo en acera..... | 90 |
| Figura. 2.18. Dimensiones de caja de mano..... | 91 |
| Figura. 2.19. Amplificador BT-4..... | 91 |

| | |
|---|-----|
| Figura. 2.20. Nodo óptico | 92 |
| Figura. 2.21. Caja de pedestal tipo 3 para amplificadores BT-4..... | 92 |
| Figura. 2.22. Caja de pedestal tipo 4 para amplificadores BT-4..... | 93 |
| Figura. 2.23. Caja de pedestal tipo 1 para Tap..... | 93 |
| Figura. 2.24. Cable coaxial flexible | 96 |
| Figura. 2.25. Cable multipar para canalizado ELAL - JF | 98 |
| Figura. 2.26. Cable de fibra óptica para instalación subterránea PVP | 99 |
| Figura. 2.27. Herraje para pozos..... | 101 |
| Figura. 2.28. Partes que conforman un herraje para pozos | 102 |
| Figura. 2.29. Esquema de acometida para el servicio telefónico | 103 |
| Figura. 2.30. Esquema de acometida para el servicio de Internet..... | 103 |
| Figura. 3.1. Alineación de tubos, separadores plásticos cada 3 metros..... | 108 |
| Figura. 3.2. Alineación de tubos, separadores plásticos cada 3 metros..... | 111 |
| Figura. 3.3. Redes de telecomunicaciones sin empaquetar en la Av. Eloy Alfaro | 112 |
| Figura. 3.4. Redes de telecomunicaciones empaquetadas en la Av. Eloy Alfaro | 113 |
| Figura. 3.5. Postes ornamentales en proyectos de soterramiento | 115 |
| Figura. 3.6. Distribución de instalación de servicios..... | 129 |
| Figura. 3.7. Distribución de instalación de servicios en aceras a 1,50 metros | 130 |
| Figura. 3.8. Cuarto de comunicación para instalar gabinetes..... | 138 |
| Figura. 3.9. Cuarto de comunicación para instalar gabinetes..... | 139 |
| Figura. 3.10. Conexión de red de acometida | 140 |
| Figura. 3.11. Registro de redes físicas de cada prestador de servicio | 149 |
| Figura. 5.1. Comparación de tendido de red HFC aérea vs soterrada | 182 |
| Figura. 5.2. Comparación de tendido de red de fibra óptica aérea vs soterrada sin protección anti roedores | 183 |
| Figura. 5.3. Comparación de tendido de red de fibra óptica aérea vs soterrada con protección anti roedores..... | 185 |
| Figura. 5.4. Comparación de tendido de red de cable multipar aéreo vs soterrado | 186 |
| Figura. A1.1. Zonificación de espacio público..... | 199 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1.1. Retiro de cable sin conectividad | 58 |
| Tabla 1.2. Compactación de herrajes | 58 |
| Tabla 1.3. Empaquetamiento de redes | 59 |
| Tabla 1.4. Características de identificación para etiquetas de Prestadores de servicios de Telecomunicaciones..... | 63 |
| Tabla 2.1. Identificación de ductos..... | 78 |
| Tabla 2.2. Distribución de ductos en zanja tipo 1 | 79 |
| Tabla 2.3. Distribución de ductos en zanja tipo 2 | 79 |
| Tabla 2.4. Distribución de ductos en zanja tipo 3 | 80 |
| Tabla 3.1. Especificaciones de tubería PVC..... | 107 |
| Tabla 3.2. Especificaciones de tubería PVC..... | 110 |
| Tabla 3.3. Aplicaciones de tipos de cables de telecomunicaciones | 111 |
| Tabla 3.4. Tipos de arreglos de ductos..... | 131 |
| Tabla 3.5. Zonificación del sistema vial Urbano y Suburbano | 132 |
| Tabla 4.1. Cuantía de tasa por zonificación..... | 154 |
| Tabla 4.2. Instituciones y actividades del ecosistema para el despliegue de redes..... | 161 |
| Tabla 5.1 Precios de tipos de cables aéreos | 171 |
| Tabla 5.2 Precios de Elementos activos | 172 |
| Tabla 5.3 Precios de Elementos pasivos | 173 |
| Tabla 5.4 Precios de Elementos de sujeción | 173 |
| Tabla 5.5 Costos de mano de obra | 174 |
| Tabla 5.6 Precios de tipos de cables subterráneos | 175 |
| Tabla 5.7 Precios de Elementos activos | 175 |
| Tabla 5.8 Precios de Elementos pasivos | 176 |
| Tabla 5.9 Precios de Elementos de sujeción | 176 |
| Tabla 5.10 Costos de mano de obra | 177 |
| Tabla 5.11 Ventajas y desventajas de redes soterradas | 179 |
| Tabla 5.12 Ventajas de redes aéreas vs soterradas..... | 180 |
| Tabla 5.13 Tendido aéreo para red HFC en 1 Km..... | 181 |
| Tabla 5.14 Tendido soterrado para red HFC en 1 Km..... | 181 |
| Tabla 5.15 Tendido aéreo para red de fibra óptica en 1 Km | 182 |
| Tabla 5.16 Tendido soterrado para red de fibra óptica sin protección de anti roedores en 1 Km.. | 183 |
| Tabla 5.17 Tendido aéreo para red de fibra óptica en 1 Km | 184 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 5.18 Tendido soterrado para red de fibra óptica con protección de anti roedores en 1 Km. | 184 |
| Tabla 5.19 Tendido aéreo para red de cable multipar en 1 Km..... | 185 |
| Tabla 5.20 Tendido soterrado para red de cable multipar en 1 Km..... | 186 |
| Tabla 5.21 Costos de Ordenamiento de Redes..... | 187 |
| Tabla 5.22 Costos vs Rendimiento de Ordenamiento de Redes..... | 188 |
| Tabla 5.23 Ingresos 2013, servicios de telecomunicaciones en el DMQ (telefonía fija, portadores e internet) | 190 |
| Tabla 5.24 Redes de Telecomunicaciones de operadores privados en el 2013, DMQ..... | 190 |
| Tabla. A 2.1. Procesos de Ordenamiento de redes aéreas | 201 |
| Tabla. A 3.1. Procesos de Reubicación de redes aéreas | 203 |
| Tabla A 4.1. Tendido aéreo para red HFC por metro | 205 |
| Tabla A 4.2. Tendido soterrado para red HFC por metro | 208 |
| Tabla A 4.3. Tendido aéreo para red de fibra óptica por metro (Operador 1) | 209 |
| Tabla A 4.4. Tendido soterrado para red de fibra óptica por metro (Operador 1) | 210 |
| Tabla A 4.5. Tendido aéreo para red de fibra óptica por metro (Operador 2) | 211 |
| Tabla A 4.6. Tendido soterrado para red de fibra óptica por metro (Operador 2) | 211 |
| Tabla A 4.7. Costo de mano de obra aérea y soterrada para red de cable multipar | 212 |
| Tabla A 4.8. Costo de tendido de cables soterrados para red de cable multipar | 212 |
| Tabla A 4.9. Costo de tendido de cables aéreos para red de cable multipar | 213 |
| Tabla A 4.10. Costo de empalme de red soterrada para red de cable multipar | 213 |
| Tabla A 4.11. Costo de empalme de red aérea para red de cable multipar | 214 |
| Tabla A 4.12. Costo de desmontaje de red aérea para red de cable multipar | 214 |
| Tabla A 4.13. Costo de tendido de red soterrada primaria para red de cable multipar | 214 |
| Tabla A 4.14. Costo de tendido de cables adosados aéreos para red de cable multipar | 215 |
| Tabla A 4.15. Costo de recuperación de empalmes aéreos para red de cable multipar | 215 |
| Tabla A 4.16. Costo de herrajería aérea y soterrada para red de cable multipar..... | 215 |
| Tabla A 4.17. Costo de materiales aéreos y soterrados para red de cable multipar..... | 216 |
| Tabla A 4.18. Costo de materiales de distribución aéreos y soterrados para red de cable multipar | 216 |
| Tabla A 4.19. Costo de material de empalmes aéreos y soterrados para red de cable multipar ... | 217 |
| Tabla A 4.20. Costo de materiales varios aéreos y soterrados para red de cable multipar | 218 |
| Tabla A 4.21. Costo total de tendido aéreo vs soterrado para red de cable multipar..... | 218 |

GLOSARIO

Elementos activos: Son equipos de una red alámbrica que requieren de alimentación eléctrica para su funcionamiento. Entre los elementos activos más comunes, se tiene a las fuentes de poder, los amplificadores y nodos ópticos.

Elementos pasivos: Son elementos de una red alámbrica que no requieren de alimentación eléctrica para su funcionamiento. Entre los elementos pasivos más comunes se tiene a la caja de dispersión, caja de distribución, armarios de distribución, la manga de empalme, los divisores, los acopladores, entre otros relacionados con el tendido aéreo de redes de telecomunicaciones.

Espacio público: es el sistema estructurante que relaciona, integra, armoniza y funcionaliza la diversidad de áreas, zonas y equipamientos de la ciudad y el territorio metropolitano y los tratamientos en los diferentes elementos urbanísticos, arquitectónicos, paisajísticos y naturales destinados por su uso o afectación a satisfacer necesidades colectivas; todos estos elementos abarcan la globalidad ambiental, entornos inmediatos y articulaciones, las cuales inciden en la conformación de sistemas o estructuras de espacios y serán tratados en sus diferentes demandas, las ofertas y origen, por las instituciones especializadas en su planificación y gestión.

Faceplates en ODF: es un accesorio para el montaje de redes estructuradas; este accesorio se instala sobre las cajas de las paredes, de esta

manera los puntos de red quedan ubicados de manera natural en el espacio instalado y con un terminado elegante y estético.

Fusionadora: es un dispositivo de alta tecnología, de gran precisión y que permite unir los extremos de fibras ópticas a través de la aplicación controlada de un arco voltaico que funde y pega estos hilos.

Medio de transmisión: es aquel por el que viaja la información del transmisor al receptor, por lo que bien puede considerarse como una conexión entre ambos elementos.

MINTEL: Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Órgano rector del desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación en el Ecuador, que incluyen las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico, garantiza el acceso igualitario a los servicios y promover su uso efectivo, eficiente y eficaz, que asegure el avance hacia la sociedad de la información para el buen vivir de la población ecuatoriana.

Neopreno: es uno de los cauchos especiales de mayor uso, se utiliza en recubrimiento de cables, mangueras industriales, formulación de pinturas, etc. Es más resistente a los agentes químicos que el caucho natural.

Prestadores de servicios: Persona Natural o Jurídica de naturaleza pública, privada o mixta poseedora de un título habilitante que le permita prestar servicios de telecomunicaciones.

Polietileno celular con piel (foam skin): tipo de construcción de cable telefónico para exteriores. Los cables telefónicos para uso exterior son usados en redes soterradas primarias y secundarias, especial para sitios húmedos gracias al compuesto del relleno que impide el ingreso de humedad al núcleo.

Receptor: cumple con la tarea de convertir a su forma original la información recibida para posteriormente transferirla a su destino donde será procesada.

Redes Alámbricas Aéreas (físicas): Es el conjunto de dispositivos interconectados mediante el uso de medios físicos tendidos de manera aérea que se comunican entre sí, a través de protocolos de comunicación que mantienen los Prestadores de Servicio.

Red de acceso: son los enlaces hacia los abonados, es decir, los segmentos de red comprendidos entre los nodos secundarios y los clientes, incluyendo los puntos de dispersión o derivación.

Red de transporte: elementos de red comprendidos entre los nodos principales y secundarios.

Redes FTTH: son sistemas compuestos fundamentalmente por fibra óptica que llegan hasta los usuarios. La tecnología FTTH es capaz de soportar toda la demanda de ancho de banda que se tendrá en el futuro, se considera como una red a prueba de tecnologías con aptitud para los servicios multimedia que se ofrecerán.

Este sistema está compuesto por fibra óptica y equipos ópticos, esta es una red que requiere de una inversión inicial considerable; los sistemas FTTH tiene la capacidad de utilizar sistemas PON de siguiente generación la cual extendería el ancho de banda hasta hacerlo casi ilimitado.

Red HFC (Híbrido Fibre Coaxial): se refiere a una red de comunicaciones que utiliza cableado de fibra óptica en la red de distribución y cable coaxial en la red de acceso. Este tipo de redes se desplegaron en muchos casos para ofrecer servicios de televisión por cable, aunque en la actualidad estas redes se han adaptado para ofrecer a través de ellas servicios de acceso a Internet.

Reglamento de compartición de infraestructura: Se refiere al Reglamento sobre el acceso y uso compartido de infraestructura física necesaria para fomentar la sana y leal competencia en la prestación de servicios de telecomunicaciones.

Sistema de CATV: es un sistema de servicios de televisión prestado a los consumidores a través de señales de radiofrecuencia que se transmiten a los televisores fijos a través de redes de fibra óptica o cable coaxial. Usualmente se distribuyen a lo largo de la ciudad.

Título Habilitante.- Acto Administrativo o (contrato administrativo) a través del cual la autoridad de telecomunicaciones faculta a una persona natural o jurídica, pública, privada o mixta a prestar servicios de telecomunicaciones.

Transmisor: es el encargado de modificar la información original de tal manera que pueda ser adecuada para su transmisión.

Tubería PVC: Las siglas PVC significan cloruro de polivinilo y es un tubo rígido fuerte, la tubería de PVC es un sustituto indiscutible de las tuberías metálicas por su resistencia al ataque de productos químicos y corrosivos, por su bajo costo, por la facilidad de instalación y por su durabilidad.

Última milla: es definida como el tramo final de una línea de telecomunicación, ya sea telefónica o un cable óptico, que llega al usuario final.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

El crecimiento desordenado de las instalaciones de los servicios de telecomunicaciones haciendo uso de los postes de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), ha generado problemas en el sistema de distribución eléctrico, ocasionado por la falta de una normativa técnica, ausencia de fiscalización en el uso de la infraestructura de la EEQ y el uso indiscriminado del espacio público en la dotación de estos servicios.

Las redes de telecomunicaciones instaladas inapropiadamente provocan escenarios de riesgo como: accidentes por desplome y caídas de postes, debido al exceso de esfuerzo mecánico que éstos soportan; así como el incumplimiento de las alturas de montaje, provocando inseguridad para personas y vehículos en las vías.

A través de los años y actualmente se han instalado nuevas redes de telecomunicaciones, sin considerar primeramente el desmontaje de cables obsoletos, lo cual ha provocado que aproximadamente el 30% de las redes existentes se encuentren sin conectividad y produzcan mayores tensiones en los postes.

Alineada con la Ordenanza Municipal No. 022, el Plan de Intervención 2011-2013 aprobado por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, considerando las políticas del buen vivir y recuperación del espacio público, la EEQ, ha emprendido un proceso de reordenamiento de redes de telecomunicaciones, con la finalidad de salvaguardar la integridad y seguridad de la infraestructura eléctrica, operarios y transeúntes, conformando un grupo técnico de profesionales para planificar, priorizar y ejecutar proyectos piloto de reordenamiento en el espacio aéreo dentro del área de servicio de la EEQ, para efectivizar la tarea, ha sido necesario el involucramiento de dependencias Municipales como: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda (STHV), Quito Turismo, EPMMOP, EMASEO, Agencia Metropolitana de Control (AMC), Ministerios de Electricidad y Energía Renovable y de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MEER y MINTEL), Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) y Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL).

La EEQ durante el período 2011 – 2013, ha realizado algunas actividades relevantes en los sectores con más densidad de cables:

- Retiro de todo cable y/o todo elemento activo o pasivo de las redes de telecomunicaciones en los sectores a intervenir dentro del Distrito Metropolitano de Quito.
- Compactación de herrajes, es decir, disminuir el exceso de éstos en los postes y agruparlos en menor cantidad.
- Empaquetamiento de las redes de telecomunicaciones, en uno o dos grupos de cables, dependiendo de la carga de los mismos.
- Administrar y fiscalizar la instalación de redes de telecomunicaciones a todas las empresas operadoras que suscriben contratos de arrendamientos de postes con la EEQ, con la finalidad de registrar,

supervisar y controlar los trabajos en los sectores donde interviene cada una de estas operadoras, así como; detectar operadoras clandestinas y mantener la coordinación inmediata en situaciones de postes chocados y desplomados.

La vigencia de la Ordenanza Municipal No. 022 y los contratos de arrendamiento de postes, presionan a los operadores de telecomunicaciones para el ordenamiento de las redes de telecomunicaciones, pero al no existir una norma técnica emitida por la autoridad competente, se dificulta la ejecución de esta tarea, quedando el escenario con los problemas expuestos:

1.1.1. Consecuencias

- Falla continua del sistema eléctrico, por afectación provocada por terceros, sean estos: técnicos de las operadoras que perjudican las redes eléctricas o por una mala operación, así como redes de transporte y redes de servicio a abonados (acometidas) que no cumplen con las alturas de montaje; razón por la cual los vehículos se enredan y en muchos casos se producen caídas de postes.
- Contaminación visual provocada por los enredos y “tallarines” de redes de telecomunicaciones.
- Implicaciones para las operadoras: tanto del cumplimiento del contrato de renta de postes, como de la licencia metropolitana LMU 40.

Por otro lado el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), en el Acuerdo Interministerial expedido el 24 de Septiembre de 2013, dispone la gestión y ordenamiento de las redes aéreas actuales, indicando que los prestadores de servicios de telecomunicaciones pueden desplegar redes de manera aérea y ordenada, mientras se construye la infraestructura subterránea y

siempre que exista autorización previa de las empresas propietarias de los postes y del ente regulador de espacio público.

Los mayores niveles de competencia, en el sector de telecomunicaciones producto de la libre iniciativa de las empresas, debe compatibilizarse con un marco regulatorio que propicie la inversión en infraestructura, favoreciendo los procesos de cooperación público–privado y de autorregulación de las empresas.

Por estas razones este proyecto se enfoca en presentar diferentes opciones de solución para el desorden de las redes aéreas de telecomunicaciones instaladas actualmente, elaborar una propuesta de Norma Técnica para la Instalación y ordenamiento de redes alámbricas aéreas de telecomunicaciones, así como una propuesta de normativa alternativa referente a la regulación vigente, y el control de instalación de nuevas redes.

Esta propuesta de Norma deberá ser analizada y aprobada como política pública por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) y ser socializada a todos los entes involucrados; finalmente realizar un análisis económico que ha implicado la transición de infraestructura aérea a subterránea, ordenamiento aéreo y las consecuencias que ha provocado en las empresas operadoras.

1.2 INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Quito, es la segunda ciudad más grande y poblada del Ecuador, además es el centro político de la República, la cual contiene los principales organismos gubernamentales, culturales, financieros, administrativos y comerciales del país; Quito es una ciudad turística, comercial y científica del Ecuador, siendo así uno de los lugares de mayor interés para los visitantes nacionales e internacionales. La Ciudad de Quito se caracteriza por su arquitectura y gran potencial turístico, asociado a la naturaleza que la rodea.

Desde el punto de vista de la arquitectura y paisaje de la ciudad, uno de los factores que la afecta de manera negativa, es la exposición de líneas aéreas de telecomunicaciones, generando un impacto visual perjudicial.

Lamentablemente, el alto costo que presentan las soluciones de infraestructura subterránea ha determinado que en las ciudades de nuestro país se hayan desarrollado instalaciones de redes aéreas y se continúe con este tendido en la postería existente.

El soterramiento de las redes de telecomunicaciones se ha constituido en una necesidad por distintas causas, ya sea por el impacto que éstas generan sobre un entorno o por necesidades técnicas de las propias instalaciones.

La Ordenanza Municipal No. 022, sancionada el 26 de enero de 2013, establece los sectores en los cuales las redes de telecomunicaciones y energía eléctrica continuarán siendo aéreas y sectores en los cuales las redes deberán ser soterradas.

Por la creciente modificación y/o ampliación de nuevas redes de telecomunicaciones, será necesario reforzar el reordenamiento aéreo, ya que por razón de costos no es posible emplazar infraestructura subterránea en todo el Distrito Metropolitano de Quito.

Actualmente el reordenamiento de redes aéreas existentes es una temática que involucra a todos los entes del sector, así como a los principales responsables de esta problemática, por lo cual es importante contar con su intervención decidida para brindar soluciones definitivas, evitar en el futuro un colapso total de las redes de telecomunicaciones y precautelar la seguridad del sistema de distribución eléctrico.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Realizar un estudio técnico - económico de la infraestructura actual de redes de telecomunicaciones, con la finalidad de proponer alternativas de solución a la problemática existentes orientado especialmente a disminuir la contaminación visual, mejorar la seguridad e integridad de los ciudadanos en el Distrito Metropolitano de Quito, así como incrementar la disponibilidad y calidad de servicio de telecomunicaciones.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la infraestructura existente para la conectividad de los servicios de telecomunicaciones en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Elaborar una propuesta de Norma Técnica para la instalación, ordenamiento y control de redes en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Analizar la regulación vigente con relación al despliegue de redes y propuesta de normativa alternativa.
- Presentar un análisis económico del despliegue de redes aéreas, soterradas y ordenamiento de las mismas.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista de la arquitectura y atractivos del Distrito Metropolitano de Quito, uno de los factores que lo afecta de manera negativa, es la exposición del sistema de redes aéreas de telecomunicaciones; generando así

un impacto visual que perjudica a su vez al medio ambiente, la plusvalía de los predios y terrenos, la integridad de transeúntes, operarios, vehículos, seguridad y calidad del servicio de telecomunicaciones a los clientes.

Respecto a los trabajos de soterramiento en el Distrito Metropolitano de Quito, la intención es eliminar la contaminación visual, la misma que se relaciona con el entorno urbano. Adicional a esto, el proyecto de soterramiento tiene la gran ventaja de mejorar la disponibilidad y calidad de servicio de telecomunicaciones hacia el abonado, ya que al realizar la migración aérea a subterránea de sus redes, las mismas cuentan con mayor recubrimiento de sus cables contra roedores, rellenos a pozos, entre otros; así como también es factible evitar los cortes de servicio por postes chocados o desplomados, ya que toda la infraestructura se encontraría soterrada.

Los proyectos de soterramiento que impulsan el Gobierno Nacional, a través del Municipio de Quito y conjuntamente con la Empresa Eléctrica Quito, fortalecerán el mejoramiento de la imagen urbana, recuperación de las aceras, eliminación de los obstáculos arquitectónicos, eliminación de la contaminación visual y mejoramiento técnico de la infraestructura actual de telecomunicaciones.

1.5 COMPONENTES DE REDES DE TELECOMUNICACIONES EN PLANTA EXTERNA PARA INSTALACIÓN AÉREA

1.5.1 Tipos de cables

El medio de transmisión constituye la trayectoria entre el transmisor y el receptor en un sistema de propagación de información; sus características y calidad son determinadas tanto por la naturaleza de la señal como por la naturaleza del medio de transmisión.

Los medios guiados son aquellos que utilizan componentes físicos y sólidos para la transmisión de datos, también conocidos como medios de transmisión por cable. Se los puede clasificar en medios “guiados” a: fibra óptica, cable coaxial, par trenzado, etc.

Actualmente, la gran mayoría de las redes están conectadas por algún tipo de cableado, que actúa como medio de transmisión por donde pasan las señales entre los equipos. Hay disponibles una gran cantidad de tipos de cables para cubrir las necesidades y tamaños de las diferentes redes, desde las más pequeñas a las más grandes.

Los cables son conductores o conjunto de ellos que constituyen el componente básico en la instalación de todo sistema de redes de telecomunicaciones en planta externa, cada tipo de cable tiene sus ventajas y desventajas. Las principales diferencias entre los distintos tipos de cables consisten en la anchura de banda permitida y consecuentemente en el rendimiento máximo de transmisión, su grado de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación entre la amortiguación de la señal y la distancia recorrida. [1]

Básicamente existen tres tipos de cables utilizados en instalaciones aéreas para redes de telecomunicaciones en planta externa:

- Cable de par trenzado
- Cable coaxial
- Cable de fibra óptica

1.5.1.1 Cable de par trenzado

Es el medio de transmisión más común cuando la electricidad fluye a través de un cable que está solo, se genera un campo electromagnético cuya

energía puede crear interferencia en los cables que están cerca. Sin embargo, cuando dos cables se entrelazan o trenzan entre sí, el par de cables genera menos energía que uno sólo. También son menos susceptibles a la interferencia de cables vecinos, de esta manera el cable de par trenzado provee un medio de transmisión de mejor calidad que otros cables no trenzados.

El número total de pares que hay en un cable puede variar. El trenzado elimina el ruido eléctrico de los pares adyacentes y de otras fuentes como motores, relés y transformadores.

Cada cable de par trenzado está cubierto de un material aislante como plástico con un grosor de 1 mm aproximado, que evita que los cables de cobre tengan contacto entre sí y que la señal de un par de cables interfiera con la de otro par de cables, los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta de PVC (Policloruro de Vinilo) en cables multipares de pares trenzados, como se muestran en la figura 1.1:

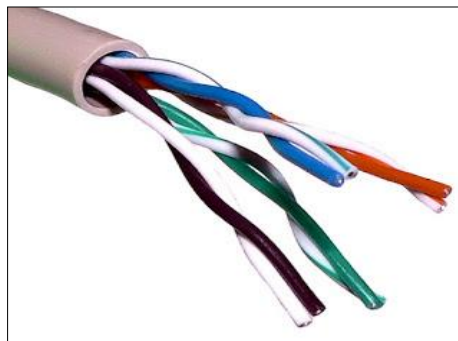


Figura. 1.1. Cable de par trenzado

Este tipo de cable es el más utilizado debido a su bajo costo, se maneja mucho en telefonía, debido a que la mayoría de aparatos se conectan a la central telefónica por medio de un cable de par trenzado, pero su inconveniente principal es su poca velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance. Con estos cables se pueden transmitir señales analógicas o digitales. [2]

En telefonía es común encontrar dentro de las conexiones grandes cables telefónicos compuestos por cantidades de pares trenzados, identificados unos de otros a partir de la normalización de los mismos; los cables telefónicos pueden ser armados de 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 o 2400 pares.

Existen tres tipos de cables de par trenzado:

- **Cable de par trenzado sin apantallar (UTP):** son los cables más simples, no tienen ningún tipo de pantalla conductora. Su impedancia es de 100 ohmios, y es muy sensible a interferencias. Los pares están recubiertos de una malla de teflón que no es conductora, este cable es bastante flexible, como se muestran en la figura 1.2:

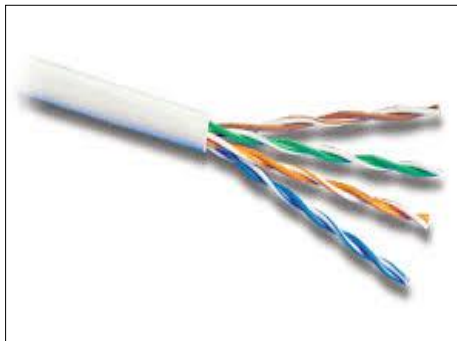


Figura. 1.2. Cable de par trenzado UTP

Este tipo de cable ha sido el más utilizado en los últimos años. El segmento máximo de longitud del cable es de 100 metros; este cable es tan conocido debido a que muchas construcciones están preparadas para sistemas telefónicos de par trenzado.

Sin embargo, se debe tener precaución, porque el hilo telefónico común podría no tener entrelazados y otras características eléctricas necesarias para garantizar la seguridad y nítida transmisión de los datos del equipo, es así que el cable UTP es susceptible a la intermodulación (aquellas señales de una línea que interfieren con las señales de otra línea), este

problema puede darse con todos los tipos de cableado; sin embargo, cuanto mayor sea el número de entrelazados, mayor será la protección contra las interferencias.

Se definen cinco categorías de UTP:

- **Categoría 1.** Hace referencia al cable telefónico UTP tradicional que resulta adecuado para transmitir voz, pero no datos. La mayoría de los cables telefónicos instalados antes de 1983 eran cables de Categoría 1.
- **Categoría 2.** Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 4 Megabits por segundo (Mbps), Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre.
- **Categoría 3.** Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 16 Mbps. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre con tres entrelazados.
- **Categoría 4.** Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 20 Mbps. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre.
- **Categoría 5.** Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 100 Mbps. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre.
- **Categoría 5a.** También conocida como Categoría 5+ o Cat5e. Ofrece mejores prestaciones que el estándar de Categoría 5, hasta 622 Mbps, utilizado para Gigabit Ethernet. Este estándar todavía no está aprobado.

- **Categoría 7.** Proporciona al menos el doble de ancho de banda que la Categoría 5 y la capacidad de soportar Gigabit Ethernet a 100 m.
- **Cable de par trenzado apantallado (STP):** Este utiliza una envoltura con cobre trenzado, más protectora y de mayor calidad que la usada en el cable UTP. También utiliza una lámina rodeando cada uno de los pares de hilos, lo cual ofrece un excelente apantallamiento en los STP para proteger los datos transmitidos de intermodulaciones exteriores, es decir, una gran inmunidad al ruido, lo que permite soportar mayores tasas de transmisión que los UTP a distancias mayores [3], como se muestra en la figura 1.3:

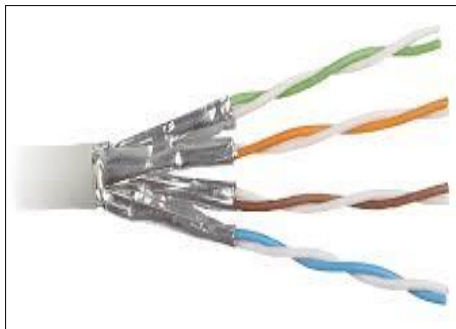


Figura. 1.3. Cable de par trenzado STP

- **Cable de par trenzado con pantalla global (FTP):** En este tipo de cable como en el UTP, sus pares no están apantallados, como se muestra en la figura 1.4, pero sí dispone de una pantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas.

Su impedancia característica típica es de 120 ohmios y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Tiene un precio intermedio entre el UTP y STP.



Figura. 1.4. Cable de par trenzado FTP

1.5.1.2 Cable coaxial

Es un tipo de cable que se utiliza para transmitir señales de electricidad de alta frecuencia. Estos cables cuentan con un par de conductores concéntricos: el conductor vivo o central (dedicado a transportar los datos) y el conductor exterior, blindaje o malla (que actúa como retorno de la corriente y referencia de tierra).

Entre ambos se sitúa el dieléctrico, una capa aisladora, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante (también denominada chaqueta exterior), como se muestra en la figura 1.5. [4]

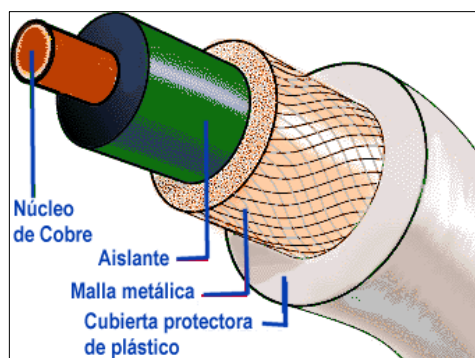


Figura. 1.5. Cable coaxial

El cable coaxial es el más usado en los sistemas de televisión por cable; es un medio más versátil ya que tiene más ancho de banda (500Mhz) y es más inmune al ruido. Es un poco más costoso que el par trenzado aunque bastante

accesible al usuario común. Encuentra múltiples aplicaciones dentro de la televisión (TV por cable, cientos de canales), telefonía a larga distancia (puede llevar 10.000 llamadas de voz simultáneamente), redes de área local (tiende a desaparecer, ya que un problema en un punto compromete a toda la red).

Tipos de cable coaxial

El tipo de cable coaxial más apropiado depende de las necesidades de la red en particular. Existen dos tipos de cable coaxial:

- **Cable fino (Thinnet):** Ethernet fino, es un cable coaxial flexible de 0,64 centímetros de grueso (0,25 pulgadas). Este tipo de cable se puede utilizar para la mayoría de los tipos de instalaciones de redes, ya que es un cable flexible y fácil de manejar. Puede transportar una señal hasta una distancia aproximada de 185 metros, antes de que la señal comience a sufrir atenuación.

El cable Thinnet está incluido en un grupo que se denomina la familia RG-58 y tiene una impedancia de 50 ohmios. La característica principal de la familia RG-58 es el núcleo central de cobre. Los diferentes tipos de cable de esta familia son:

- RG-58/U: Núcleo de cobre sólido.
- RG-58 A/U: Núcleo de hilos trenzados.
- RG-58 C/U: Especificación militar de RG-58 A/U.
- RG-59: Transmisión en banda ancha, como el cable de televisión.
- RG-60: Mayor diámetro y para mayores frecuencias
- RG-59, también es utilizado para transmisiones de banda ancha.

Este tipo de cable surgió como alternativa al cable coaxial grueso, al ser más barato, flexible y fácil de instalar; sin embargo, sus propiedades de

transmisión (pérdidas en empalmes y conexiones, distancia máxima de enlace, protección a interferencias, etc.) son sensiblemente peores que las del coaxial grueso.

- **Cable grueso (Thicknet):** Ethernet grueso, es un cable coaxial relativamente rígido de aproximadamente 1,27 centímetros de diámetro. A veces se le denomina Ethernet estándar, debido a que fue el primer tipo de cable utilizado con la conocida arquitectura de red Ethernet. El núcleo de cobre del cable Thicknet es más grueso que el del cable Thinnet.

Cuanto mayor sea el grosor del núcleo de cobre, más lejos puede transportar las señales, es así que puede llevar una señal a 500 metros. Por tanto, debido a la capacidad de Thicknet para poder soportar transferencia de datos a distancias mayores, a veces se utiliza como enlace central o backbone para conectar varias redes más pequeñas basadas en Thinnet. [5]

1.5.1.3 Cable de fibra óptica

En la última década la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Los logros con este material fueron más que satisfactorios, desde lograr una mayor velocidad y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza muy compactos. El grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Como características de la fibra óptica podemos destacar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad, ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. Las fibras ópticas no

conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos, poseen mayores velocidades de transmisión, ya que su velocidad es la de la luz, mientras que los medios convencionales ocupan entre el 50% y el 80% de ésta.

En comparación con el sistema convencional de cables de cobre, donde la atenuación de sus señales es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 km sin que haya necesidad de recurrir a repetidores, lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento este material.

La fibra óptica está constituida por uno o varios hilos de fibra de vidrio, cada uno consta de tres partes, como se muestra en la figura 1.6

Núcleo: es la parte interior de la fibra, que está fabricada por un material dieléctrico, generalmente vidrio de silicio, tiene un alto índice de refracción que transporta señales ópticas de datos desde la fuente de luz hasta el dispositivo de recepción. Cuanto mayor es el diámetro del núcleo, mayor es la cantidad de luz que el cable puede transportar.

Revestimiento: envuelve al núcleo, fabricado con materiales similares al éste, pero con un índice de refracción menor, para que se produzca el fenómeno de la reflexión total interna. Gracias a este fenómeno el revestimiento actúa como capa reflectante y consigue que las ondas de luz que intenta escapar del núcleo sean reflejadas y retenidas en el mismo.

Recubrimiento: es una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez proporciona protección al núcleo y revestimiento; es decir, resguarda al cable de fibra óptica de factores del entorno como: humedad, roedores, etc. Cada fibra óptica viene rodeada por capas de material amortiguador protector, normalmente un material plástico. [6]

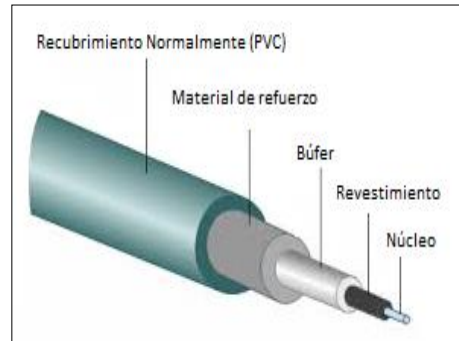


Figura. 1.6. Cable de fibra óptica

Las fibras de plástico en comparación con las de vidrio, son más flexibles y en consecuencia más fuertes, son más fáciles de instalar y resisten mejor la presión, son más livianas y menos costosas; sin embargo no propagan la luz tan eficientemente como el vidrio y presentan mayor atenuación.

1.5.1.3.1 Tipos de cable de fibra óptica aérea

Los cables de fibra óptica más usados en instalaciones aéreas son los cables auto soportados totalmente dieléctricos (ADSS – All Dielectric Self Supported).

De forma genérica, se trata de cables de estructura holgada, armados, y con cubierta generalmente de polietileno, para una mejor protección contra la intemperie (rayos UV, humedad, lluvia, etc.). Su construcción dieléctrica, elimina la necesidad de puesta a tierra y su anclaje al poste es más sencillo.

Como su nombre lo indica, no hay soporte o cable mensajero requerido, por lo que la instalación se realiza fácilmente, haciendo de esta forma el cable ADSS un medio económico, sencillo de construir una red de fibra óptica y una solución para largas distancias.

Existen tres tipos de cables ADSS que son utilizados en instalaciones de redes aéreas:

- **Cable ADSS concéntrico:** este elemento de soporte dieléctrico es aplicado debajo o dentro del revestimiento externo, lo que resulta en una sección transversal circular. Otro revestimiento interno de polietileno aplicado para envolver al núcleo óptico, suministrando asimismo una mayor protección a la fibra. Son compuestos por un núcleo central, como elemento resistente, formado por un cordón de fibra de vidrio compactada con resina; por último, aplicado el revestimiento externo de polietileno y sobre los elementos de sustentación como se muestra en la figura 1.7, se suministra protección mecánica y ambiental. [7].

Este tipo de cables se utiliza en las líneas de distribución que carecen de línea de tierra y separados de la línea de transmisión de energía, haciendo uso de su característica mecánica de auto - soportados, estos cables brindan beneficios económicos en aplicaciones de vanos cortos.

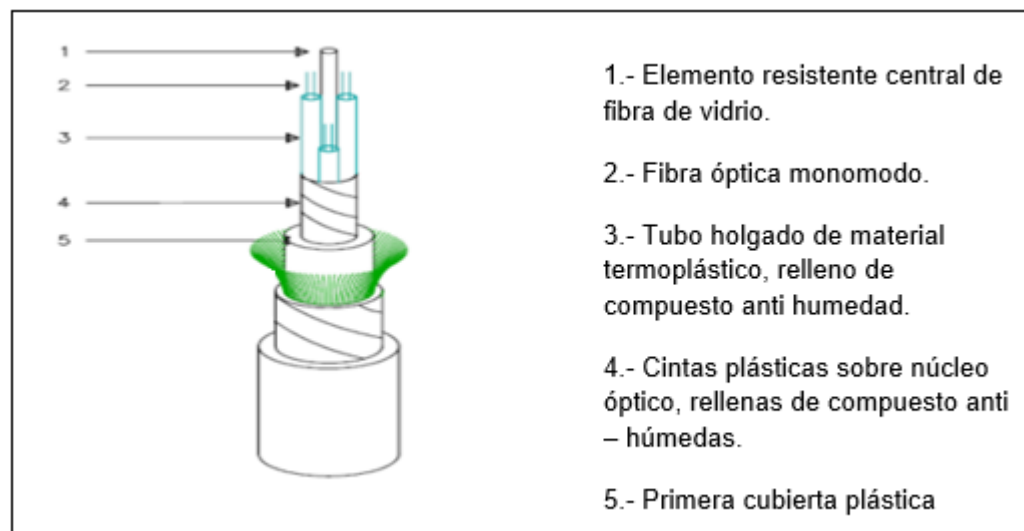


Figura. 1.7. Estructura del cable ADSS concéntrico

- **Cable Figura 8:** tiene un revestimiento extra de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación

externo no metálico. Lo cual proporciona la necesaria resistencia a la tracción. Asimismo la sección transversal tiene la forma de ocho, como se ilustra en la figura 1.8. No se presta fácilmente para aplicaciones en ductos.

Entre las características de este tipo de cable Figura "8", la mayor área es su sección transversal, por lo que el elemento de apoyo externo y el cable óptico están físicamente separados por una franja de polietileno que aumenta el diámetro del cable. [8]

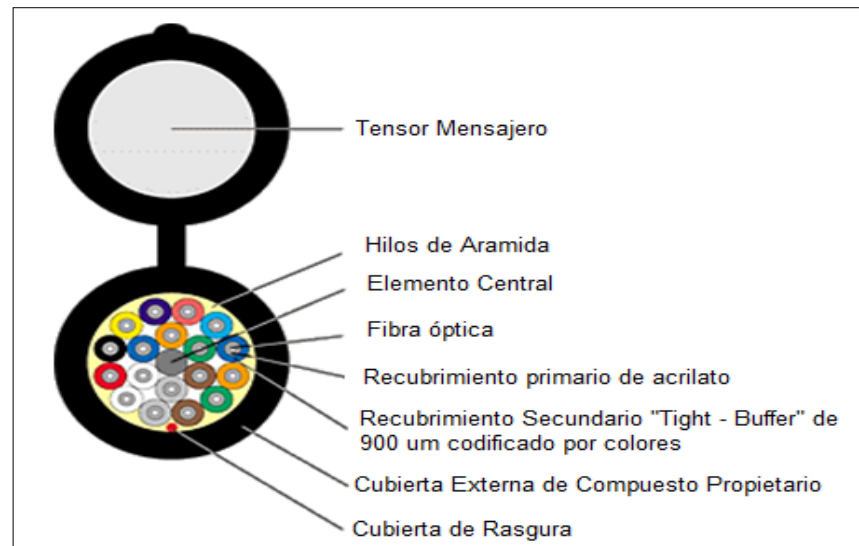


Figura. 1.8 Estructura del cable figura 8

- **Cables OPGW:** El cable compuesto tierra-óptico, es un cable de tierra que tiene fibras ópticas insertadas dentro de un tubo en el núcleo central del cable. Las fibras ópticas están completamente protegidas y rodeadas por pesados cables a tierra.

Es utilizado por las compañías eléctricas para suministrar comunicaciones a lo largo de las rutas de las líneas de alta tensión. Individualmente las fibras ópticas son protegidas por una cubierta de

plástico que protege los daños físicos, ambientales y por efecto de manipulación de la misma, como se muestra en la figura 1.9.

El núcleo de fibras ópticas se aloja en el interior de un tubo de aluminio revestido que proporciona tanto protección mecánica al núcleo óptico como estanqueidad frente a la humedad o penetración de agua.

Este tubo de aluminio proporciona a su vez alta conductividad eléctrica necesaria para la disipación de las descargas atmosféricas o cortocircuitos accidentales. [9]

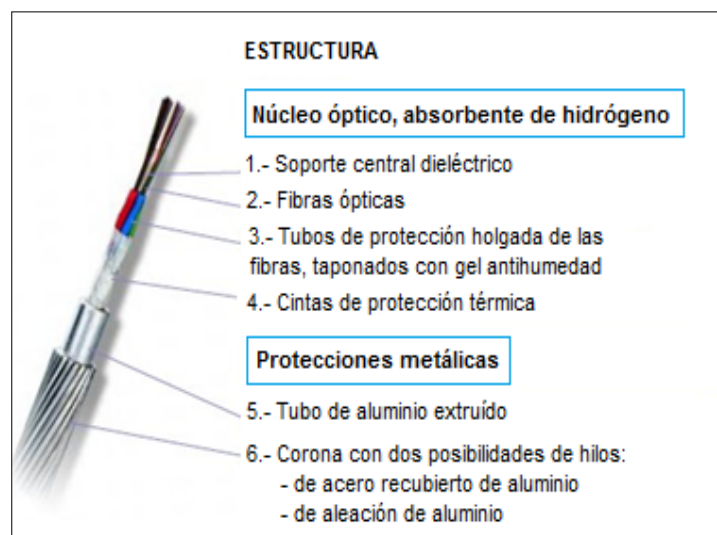


Figura. 1.9 Estructura del cable OPGW

El tipo de cables para redes soterradas se analizarán en el capítulo 2 de este documento de investigación.

1.5.2 Elementos Activos

Son equipos que requieren de alimentación eléctrica para su funcionamiento. Los elementos activos más comunes en una red de telecomunicaciones son las fuentes de poder, los amplificadores y los nodos ópticos. [10]

1.5.2.1 Fuente de poder

Las fuentes de poder son elementos activos de una red híbrida (HFC), se encargan de suministrar energía a los equipos activos de una red de televisión por cable.

La fuente de alimentación convierte los 110 VAC que entrega la red de energía en 60 VAC o 90 VAC que se necesita para la red HFC.

Las fuentes de poder tienen un sistema de respaldo en caso de existir una falla en el fluido eléctrico. Esta entraría a funcionar por medio de una tarjeta inversora y trabajaría un banco de baterías que darían un respaldo durante dos horas. Lo que evitaría que los usuarios de ese nodo se queden sin internet y sin televisión o telefonía si fuese el caso.

La fuente está instalada en una caja metálica en cuyo interior se ubica el módulo transformador de energía y 3 a 6 baterías dependiendo del modelo de fuente, el montaje de la misma se lo realiza en el poste por medio de dos abrazaderas, tal como se observa en la figura 1.10.



Figura. 1.10 Fuente de poder

1.5.2.2 Amplificador de señal

Los amplificadores son equipos activos, por lo que requieren alimentación eléctrica, que se suministra a través del mismo cable, como se observa en la figura 1.11. Los amplificadores son usados para mantener la señal en buen estado en la red de distribución. Se encargan de compensar las pérdidas de señal en la red, ocasionadas por la atenuación provocada por el viaje de la señal en el cable coaxial. Los amplificadores aunque regeneran la señal también ingresan ruido, es decir, si la señal es aumentada por cada amplificador, el ruido también incrementa, por eso es aconsejable no tener muchos amplificadores en cascada.

Adicionalmente existe otro inconveniente, Internet requiere dos bandas diferenciadas, una de subida y otra de bajada, por lo que estos equipos deben amplificar a la banda de bajada en la dirección del usuario, y la de subida en dirección al nodo.

El resultado se deduce en que son unos amplificadores costosos, complejos y bastante voluminosos.

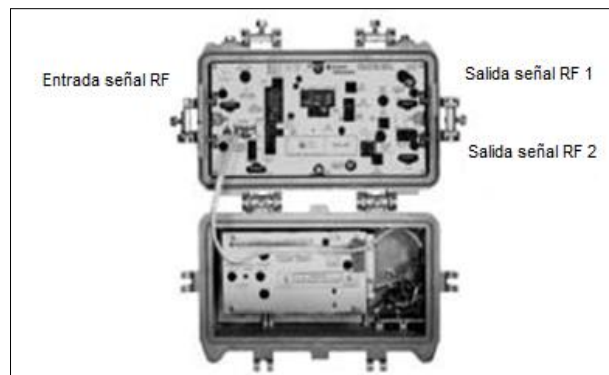


Figura. 1.11 Amplificador de señal

1.5.2.3 Nodo óptico

Es un dispositivo conversor de medios que transforma la señal de luz transmitida de la fibra óptica en señal de RF, para ser enviada por el cable coaxial,

es el corazón de una red híbrida, puesto que se comunica directamente con la cabecera, como se observa en la figura 1.12; además este pequeño receptor es el encargado de transmitir la señal a otros amplificadores que son los delegados de regenerarla para que llegue con buena potencia a los abonados (usuarios). Cada nodo óptico atiende normalmente a unos 500 hogares.

Este elemento activo opera a través de un amplio rango de temperaturas (-20 °C a 50°C) y acepta alimentación de 40 - 90 VAC, opcionalmente la unidad también puede ser alimentada con 220 VAC. [11]



Figura. 1.12 Nodo óptico

1.5.3 Elementos Pasivos

Son equipos que no requieren de alimentación eléctrica para su funcionamiento. Los elementos pasivos más comunes en una red de telecomunicaciones son: la caja de dispersión, la caja de distribución, la manga de empalme, los divisores, los acopladores y los taps. [10]

1.5.3.1 Caja de dispersión

Es un punto de conexión entre la red secundaria y las líneas individuales de cada abonado. Constituyen además puntos de corte para labores de operación

y mantenimiento. Estas cajas están formadas por una carcasa, regletas de conexión, elementos de sujeción y puesta a tierra, como se observa en la figura 1.13.

En las cajas de dispersión el contacto del lado de la central y del lado del abonado es un solo cuerpo, lo que garantiza que siempre hay conexión entre los dos puntos. La conexión del lado del abonado es altamente segura ya que posee dos puntos de contacto en cada par. [12]

Existen cajas de dispersión de 10 y de 20 pares, las cuales son de fácil y rápida instalación, libres de mantenimiento, resistentes a la intemperie y con una extensa vida útil. [13]

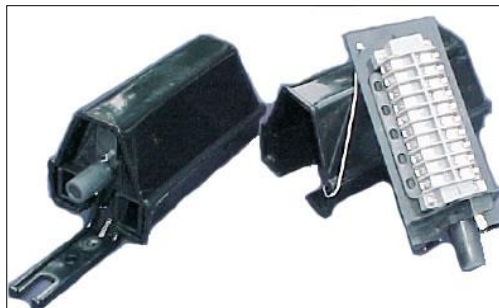


Figura. 1.13 Caja de dispersión

1.5.3.2 Distribuidor de fibra óptica (ODF – Optical Distribution Frame)

Elemento usado como punto de interconexión entre cable de fibra proveniente de la planta externa y equipos activos.

Suele ser una caja metálica que posee uno o varios puertos de ingreso de cables, y un área de patcheo con faceplates con adaptadores o transiciones, en la cual se conecta la terminación del cable de fibra por un extremo y el patchcord hacia el equipo activo por el otro extremo, como se observa en la figura 1.14.

Dentro del ODF se colocan las bandejas de empalme, en donde se albergan las fusiones de fibra. Los ODF son de capacidades variables, y así mismo pueden tener diversos tipos de adaptadores.

Es conveniente que los ODFs contengan un área para las reservas de los patchcords y que sean de bandeja deslizable. [14]



Figura. 1.14 Distribuidor de fibra óptica

1.5.3.3 Tap

Son acopladores direccionales instalados en la línea alimentadora para proporcionar servicio a las instalaciones de dos, cuatro y ocho clientes. El Tap presenta una carcasa de aluminio que garantiza una óptica resistencia a la corrosión y a las distintas condiciones climáticas, como se observa en la figura 1.15. Este tipo de dispositivos son sellados con cintas de silicón y su carcasa evita la acumulación de agua; este elemento posee un eslabón giratorio a 90 grados que permite la instalación aérea o en pedestal. [15]

Los taps para uso en edificio suman la señal de un modulador de TV con el sistema de CATV o antena colectiva y así obtener la suma de las 2 señales en una sola salida.



Figura. 1.15 Tap

1.5.3.4 Splitter

Son dispositivos que permiten dividir la señal óptica de entrada en N ramas de salida con mínimas pérdidas. La necesidad de distribución de múltiples señales los hace fundamentales en las nuevas redes FTTH PON. La posibilidad de utilizar diferentes arquitecturas para compartición de señales ópticas, permite al proveedor de servicios configurar su red de la forma más efectiva posible.

Con una rama de entrada y 2, 4, 8, 16, 32 o 64 ramas de salida, como se observa en la figura 1.16 y con pérdidas de inserción aproximadamente iguales en todas las ramas de salida.

En servicios de televisión por cable existen dos tipos de splitters: activos y pasivos, los activos se utilizan para dividir la señal de televisión por cable para dos o más decodificadores, mientras que los pasivos se emplean para dividir la señal del decodificador hacia dos o más televisores. [16]



Figura. 1.16 Splitter

1.5.3.5 Manga de empalme

Las mangas mecánicas que se emplean son de cierre metálico o de tornillo, con la posibilidad de acceder a su interior varias veces, solo se reemplazan los elementos de sellado, como se observa en la figura 1.17.

Son usadas para la protección de fusiones tanto en construcciones nuevas como en capacidad y trabajos de mantenimiento y reparación.

Puede ser utilizada para empalmes aéreos, canalizado o directamente enterrado, permite agregar o cambiar cables y tiene gran resistencia mecánica de la cubierta.

Estas mangas poseen una bandeja de empalme para alojar a las fusiones, en muchos casos se requiere que las mangas tengan varios puertos de entrada y salida para permitir trabajar con derivaciones. [17]

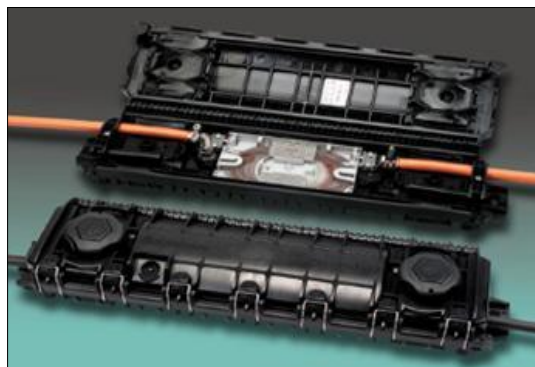


Figura. 1.17 Manga de empalme

1.5.3.6 Acoplador de red

Es un dispositivo derivador de la señal de televisión por cable, es usado cuando se diseña una red principal de un solo cable, en cuyo recorrido va derivando señal a los diferentes puntos de conexión, a diferencia del splitter, el acoplador tiene diferentes niveles de atenuación y bajas pérdidas en los puertos

de la troncal; este elemento garantiza resistencia a la corrosión y a las diferentes condiciones climáticas, como se observa en la figura 1.18.



Figura. 1.18 Acoplador de red

1.5.4 Reservas

Al diseñar enlaces de fibra óptica, el cable deberá estar considerado para mantenerse en condiciones de mínimos esfuerzos de tensión y curvatura durante el proceso de instalación y operación. Además deberá proporcionar la flexibilidad técnica necesaria, lo que permitirá generar modificaciones relativas entre la longitud del cable; durante la fase de instalación y funcionamiento en base a las reservas distribuidas a lo largo del enlace.

Para reservas de cable en lugares urbanos se establecerá una cantidad equivalente al 5% de la distancia total del enlace. Esta cantidad será distribuida a lo largo del enlace dispuestos en reservas de 20 metros, colocados a una distancia de 500 metros entre cada una de las reservas. Además se proveerá reservas si se establece algún cambio en la dirección en la ruta o cuando sea necesario realizar una derivación del enlace. Para proyectos troncales, las reservas equivalen al 10% de la longitud total del enlace, y se ubicará en los lugares donde puede generarse una derivación o cuando las longitudes ameriten realizar un empalme. [18]

En los postes donde sea necesario instalar un empalme, dependiendo de la congestión presente, se determinará la ubicación correspondiente para la ubicación de la respectiva reserva y luego proceder a la instalación y anclado de la caja de empalme. Las reservas pueden ser ubicadas sobre la caja de empalmes o anclada en cada uno de los cables instalados por medio de correas de sujeción. Todo dependerá de la congestión de cables presentes en el poste.

Actualmente existen reservas en rollo y en figura ocho, tal como se observa en la figura 1.19 y 1.20.



Figura. 1.19 Reserva en rollo



Figura. 1.20 Reserva en figura ocho

1.5.5 Componentes de sujeción

Las redes de telecomunicaciones están conformadas por elementos de planta interna y de planta externa.

Los elementos de planta externa son los instalados de forma aérea, en la parte exterior o en la calle, entre estos elementos se encuentran los componentes de sujeción del cable: herrajes, flejes, hebillas y amarras plásticas.

1.5.5.1 Herrajes

Son elementos metálicos que sirven para la suspensión y retención del cable en un tendido aéreo. Se usan comúnmente dos tipos de elementos de sujeción, uno de anclaje y otro pasante, todos sus elementos son de acero galvanizado, que no provocan ningún tipo de daño ni al cable ni al poste.

Los elementos de anclaje serán bases de argolla y se usarán para el inicio y finalización del tendido y en los sitios donde haya un cambio en la dirección o en la altura del cable.

Para la instalación de redes de telecomunicaciones aéreas apoyadas en los postes se utiliza los herrajes tipo: A, B, C, D o similares.

1.5.5.1.1 Herraje tipo A

Estos herrajes están destinados a cumplir funciones de retención de los cables ADSS y de los cables que se usan para acometidas. El acabado de todas las piezas deberá mostrar una superficie lisa, libre de rugosidades y aristas cortantes, como se observa en la figura 1.21.



Figura. 1.21 Herraje tipo A

1.5.5.1.2 Herraje tipo B

Este herraje está destinado a cumplir funciones de paso para los cables que tienen mensajero externo. El acabado deberá mostrar una superficie lisa, libre de rugosidades y aristas cortantes; pernos y tuercas deben estar libres de superficies irregulares que afecten su funcionalidad, como se observa en la figura 1.22.



Figura. 1.22 Herraje tipo B

1.5.5.1.3 Herraje tipo C

Este herraje está destinado a cumplir funciones de retención de los cables ADSS. El acabado de todas las piezas deberá mostrar una superficie lisa, libre de rugosidades y aristas cortantes, como se observa en la figura 1.23.



Figura. 1.23 Herraje tipo C

1.5.5.1.4 Herraje tipo D

Herraje de sujeción de cables y alambres con mensajero en redes de televisión por cable y telefónicas; es el complemento ideal para preformados de retención de fibra óptica ADSS. Este tipo de herraje cumple las funciones tanto del herraje tipo A como del tipo B. [11]

El acabado de todas las piezas deberá mostrar una superficie lisa, libre de rugosidades y aristas cortantes, como se observa en la figura 1.24.

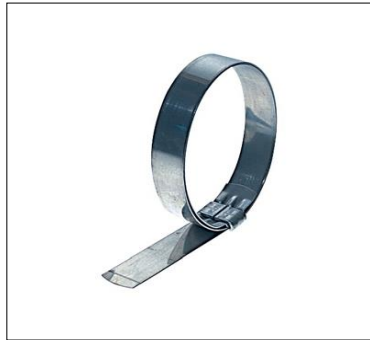


Figura. 1.24 Herraje tipo D

1.5.5.2 Flejes y hebillas

Los flejes son cintas de acero inoxidable que toman la forma de abrazadera para fijar herrajes a los postes; los flejes de acero inoxidable generalmente son de $\frac{3}{4}$ " (19,05 mm) de ancho.

Los flejes serán asegurados en los extremos, impidiendo que éstos se deslicen entre sí, por medio de hebillas de acero inoxidable micro-dentada. El material utilizado para fabricar el fleje y las hebillas debe ser acero inoxidable tipo 201 y no magnético, fabricado bajo los estándares ANSI, como se observa en las figuras 1. 25 y 1.26.

**Figura. 1.25 Fleje****Figura. 1.26 Hebilla**

1.5.5.3 Amarras plásticas (precintos)

Son contruidos en material termoplástico, apto para utilización a la intemperie de color negro con aditivo ultravioleta que los proteja de los rayos solares. Los precintos plásticos son contruidos en materiales sintéticos de la mejor calidad para ese fin, debiéndose descartar el empleo de materiales alterables por la humedad, radiación solar y otras condiciones ambientales desfavorables.

Los precintos plásticos están diseñados con dispositivo de cierre que asegure una constante presión sobre la cremallera de ajuste, como se observa en la figura 1.27. Una vez instalados, el sistema de cierre no deberá abrirse por el peso del cable o variaciones de la temperatura ambiente.

**Figura. 1.27 Amarras plásticas (Precintos)**

1.5.6 Componentes de las redes para servicios a abonados

La línea de servicio de abonado es la instalación comprendida entre el punto de distribución (caja terminal del cable) y la caja terminal del abonado, utilizando un par de hilos aislados, lo que constituye la acometida. En grandes inmuebles o edificios, el punto de distribución se lleva hasta un armario colocado dentro del edificio y allí se efectúan la distribución interna a los distintos usuarios.

Las conexiones pueden realizarse también por:

- Alambres desnudos: en el caso de abonados rurales.
- Cable: si existen varias líneas de abonados que siguen el mismo recorrido, ya sea aéreo o soterrado.
- Entre los componentes para el servicio a abonados de redes de telecomunicaciones en planta externa, se detallan los siguientes elementos:
 - Cables de acometida
 - Elementos de sujeción del cableado

1.5.6.1 Cables de acometida

Las líneas de acometida son los cables que se instalan en el tramo de red comprendido entre las cajas terminales y el punto de terminación de red (PTR) situado en el interior del domicilio. Los cables de acometidas son de menor dimensión y peso a los usados en el servicio de transmisión de servicios de telecomunicaciones.

La instalación de las líneas de acometida está condicionada al lugar en que se vaya a instalar, a los materiales que se van a emplear y a las normas de instalación y depende de la tecnología de las redes, a pesar de que existen fibras hasta el hogar, mayoritariamente de continúan utilizando cables de cobre. Pueden

ser instaladas en fachadas, en líneas de postes o en canalizaciones subterráneas. A continuación se detallan los tipos de hilo de acometida que más se utilizan:

- **Acometida doble con aislación de PVC negro:** El conductor constituye directamente el elemento de suspensión. Los conductores son de bronce, latón o acero recubierto de cobre y están aislados con un recubrimiento de PVC color negro, resistente a la luz solar y a la intemperie. La aislación tiene forma de ocho para facilitar la separación de los conductores y la individualización de los mismos, provista por un resalte longitudinal, como se observa en la figura 1.28. Se emplea en instalaciones libres de roces y/o fricciones como árboles o paredes, en vanos de hasta 40 metros; de no lograrse apoyos intermedios puede extenderse hasta 60 metros.

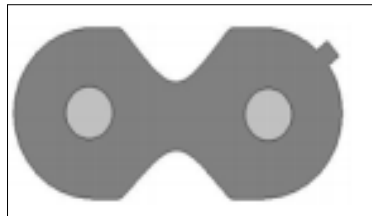


Figura. 1.28 Sección acometida doble en PVC

- **Acometida doble con aislación de caucho natural y vaina de neopreno:** Se emplea en instalaciones expuestas a roces y/o fricciones con obstáculos como árboles o edificios, con vanos de hasta 60 metros, con apoyos intermedios para vanos mayores, que puede prolongarse hasta los 80 metros. Los conductores son de bronce cubiertos con una capa de estaño y constituyen el elemento de suspensión. Su aislación es de caucho natural o sintético vulcanizado y la cubierta exterior es de neopreno negro vulcanizado no adherente a la aislación. Lleva una guía con resaltes longitudinales para identificar uno de los conductores, como se observa en la figura 1.29.

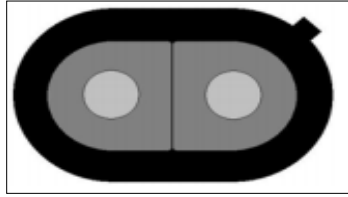


Figura. 1.29 Sección acometida doble con cubierta de neopreno

- **Acometida triple con aislación de PVC:** este alambre de tres conductores se emplea para conectar teléfonos públicos que requieren una toma de tierra. Está constituido por tres conductores de similares características eléctricas y mecánicas al alambre doble con aislación de PVC, como se observa en la figura 1.30.

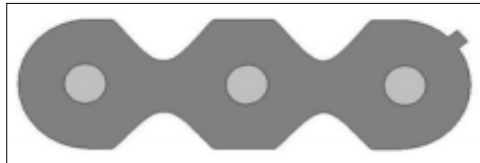


Figura. 1.30 Sección acometida triple con aislación de PVC

1.5.6.2 Elementos de sujeción del cableado

Los cables de acometida sufren algunos inconvenientes, ya que con el frío se tensan y pueden cortarse, o bajo la carga del viento y lluvia. Se tratan de evitar vanos largos poniendo retenciones intermedias. Durante el tendido se deberá evitar arrastrar el cable, el roce con árboles y las torceduras al desenrollarlo. Entre los elementos de sujeción tenemos los siguientes:

- **Anillos de distribución:** los cables de acometida se instalan con anillos de distribución en tramos horizontales y verticales en los exteriores de los edificios.

En el caso de un vano aéreo se utilizan retenciones de acero preformado [19]; en uno de sus extremos se encuentra el gancho de fijación que

permite el movimiento al cuerpo para que acompañe las oscilaciones del alambre, como se observa en la figura 1.31.

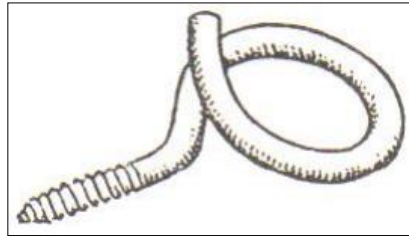


Figura. 1.31 Anillo de distribución

- **Anillos de suspensión:** se utilizan para guiar los cables de acometida que salen desde la caja de dispersión, su diagrama se observa en la figura 1.32.

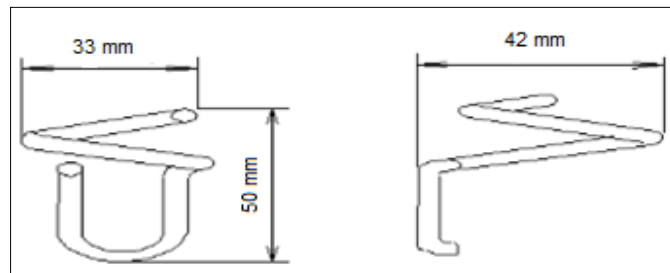


Figura. 1.32 Anillo de suspensión

- **Cinta rayada:** se utiliza para la sujeción del cable multipar en subidas a poste. A continuación se ilustra esta cinta con sus respectivas dimensiones en la figura 1.33:

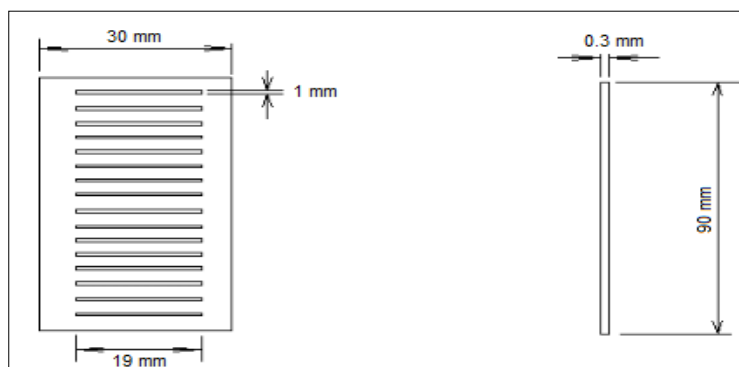


Figura. 1.33 Diagrama de cinta rayada

- **Pinzas de retención para cables ADSS:** son elementos de plástico que actúan como grapas para sujetar al cable ADSS, ejerciendo presión directa sobre el cable, se utilizan en todos los postes, tanto para paso como para retención, estos tensores suelen ser usados cuando el vano es pequeño (menor a 40 metros).

Las pinzas de retención son fabricadas enteramente en material termoplástico reforzado, excepto el gancho de amarra de acero inoxidable; la cuña de ajuste, de alta rigidez dieléctrica y resistencia mecánica, evita todo daño de las cubiertas aislantes de los conductores de fibra óptica, como se puede observar en la figura 1.34.



Figura. 1.34 Pinza de retención para cables ADSS

1.6 INSTALACIÓN AÉREA DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

1.6.1 Antecedentes

Las instalaciones desordenadas de los servicios de telecomunicaciones han generado grandes inconvenientes a la infraestructura eléctrica, así como se han evidenciado accidentes a terceras personas, debido a desplomes y caída de postes, por exceso de esfuerzo mecánico que éstos soportan, tal como se observa en la figura 1. 35.



Figura. 1.35 Exceso de redes de telecomunicaciones y postes desplomados

Falta de regulación, de supervisión y control ha generado un despliegue con inseguridad ciudadana y contaminación visual, producto del despliegue de redes por más de 50 años para las empresas públicas y desde el año 1994 por parte de las empresas privadas.

La desmedida contaminación visual del espacio público no permite brindar seguridad a la ciudadanía, debido al caótico tendido de los cables de telecomunicaciones. Es así que la Empresa Eléctrica Quito, desde hace tres años mediante la contratación de un grupo de técnicos, ha venido realizando el ordenamiento de redes aéreas existentes en algunos sectores críticos, en los cuales se encontraban en riesgo la infraestructura eléctrica, el avance de estos trabajos se pueden evidenciar en las siguientes tablas:

| Retiro de cable sin conectividad | | |
|----------------------------------|---------------|-----------------------|
| Año | Longitud (Km) | Número de estructuras |
| 2011 | 18.65 | 466 |
| 2012 | 19.58 | 490 |
| 2013 | 66.97 | 1674 |
| TOTAL | 105.20 | 2630 |

Tabla 1.1 Retiro de cable sin conectividad

| Compactación de herrajes | | |
|--------------------------|---------------|-----------------------|
| Año | Longitud (Km) | Número de estructuras |
| 2011 | 6.32 | 158 |
| 2012 | 13.16 | 329 |
| 2013 | 57.48 | 1437 |
| TOTAL | 76.96 | 1924 |

Tabla 1. 2 Compactación de herrajes

| Empaquetamiento | | |
|------------------------|----------------------|------------------------------|
| Año | Longitud (Km) | Número de estructuras |
| 2011 | 6.32 | 158 |
| 2012 | 13.16 | 329 |
| 2013 | 34.09 | 852 |
| TOTAL | 53.57 | 1339 |

Tabla 1.3 Empaquetamiento de redes

Con las actividades piloto de reordenamiento de redes áreas, la Empresa Eléctrica Quito ha logrado determinar las siguientes actividades:

- Detección de zonas de riesgo por exceso de redes de telecomunicaciones.
- Considerar la propuesta de una Norma Técnica de instalación de redes aéreas.
- Coordinación con dependencias del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito: STHV, EPMMOP, EMASEO, Agencia Metropolitana de Control, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, Superintendencia de Telecomunicaciones, Operadoras públicas y privadas, entre otros.
- Planes de intervención.
- Considerar una propuesta de mecanismos de control de redes aéreas

Con estos antecedentes y considerando las políticas del buen vivir, recuperación del espacio público y el crecimiento desordenado de las instalaciones de los servicios de telecomunicaciones, es necesario que todos los involucrados en este ecosistema participen conjuntamente en el ordenamiento de las redes aéreas, con la finalidad de lograr una convivencia segura para la ciudadanía e integridad en las infraestructuras eléctricas.

1.6.2 Postes

En la red aérea, como en el resto de la planta externa, los mayores costos recaen en cables y sus empalmes. Desde el punto de vista económico, los postes no son elementos primordiales de esta planta aérea; sin embargo, es el elemento más crítico por ser el soporte de la red de cables, líneas y equipos de telecomunicaciones.

Por ello, el proyectista deberá seleccionar con cuidado el tipo de poste, su ubicación, procedimientos y métodos para su instalación y retiro, pues éstos influirán en las condiciones de explotación y mantenimiento futuros al diseño.

1.6.2.1 Clasificación de los postes

Los postes comúnmente se clasifican según su material constitutivo.

1.6.2.1.1 Clasificación según material constitutivo

Los postes usualmente empleados son los de madera, hormigón armado (o concreto) y los tubulares de acero, hierro o zinc.

a) Postes de madera: estos postes presentan varias ventajas técnicas.

Resisten la corrosión, incluso en climas tropicales; tienen una rigidez adecuada, y facilitan el montaje de cables, líneas y equipos, ya que los elementos de sujeción y de soporte pueden enroscarse directamente al poste.

b) Postes de hormigón armado: se proveen en diferentes longitudes y podrán ser de constitución compacta o tubular y de sección circular, cuadrada u octogonal. Cada una de estas variantes compromete a la resistencia del poste y al uso en dimensiones y formas de los accesorios de sujeción y/o herramientas por escalarlos. Además, su

vida útil teórica es mucho mayor a la de los postes de madera, aun cuando en la práctica se ve reducida por rajaduras producidas por oxidación de los refuerzos internos de hierro.

c) Postes tubulares de acero: se fabrican en tubos sin costura, laminados en caliente o en tubos con costura longitudinal, con diferentes espesores de material. Podrán ser de sección uniforme o de sección variable. En general, los postes de acero tienen la ventaja de que son mucho más livianos que los de madera y hormigón. Desde el punto de vista estético, se consideran superiores a los postes de madera. [20]

1.6.2.2 Ubicación de redes eléctricas y de telecomunicaciones en postes

Las redes eléctricas y de telecomunicaciones se ubican en la siguiente forma descendente:

- Red de energía eléctrica de media tensión
- Red de energía eléctrica de baja tensión
- Red de energía eléctrica de alumbrado público
- Redes de telecomunicaciones

1.6.2.2.1 Altura mínima de redes de telecomunicaciones respecto a redes eléctricas

Como se puede apreciar en la figura 1. 36 se observa la distancia de separación entre las redes de telecomunicaciones y la red eléctrica, instaladas en un poste de 11,50 metros. A continuación se detalla la separación mínima de las redes de telecomunicaciones de las redes eléctricas:

- 0,40 metros bajo la red de baja tensión
- 0,60 metros bajo la red de alumbrado público
- 3,45 metros bajo la red de media tensión

Las redes de telecomunicaciones se deberán instalar a una altura mínima de 5,50 metros y la red eléctrica de distribución a 6,60 metros (distancias medidas desde la acera), siempre y cuando no exista cruce de vías, cumpliendo de esta manera con lo establecido en las normas para la instalación en planta externa de las redes de telecomunicaciones de las distintas empresas y con la regulación de CONELEC 002/10 denominada “Distancias de Seguridad”, con la finalidad de salvaguardar la seguridad e integridad de peatones, transeúntes e infraestructura eléctrica.

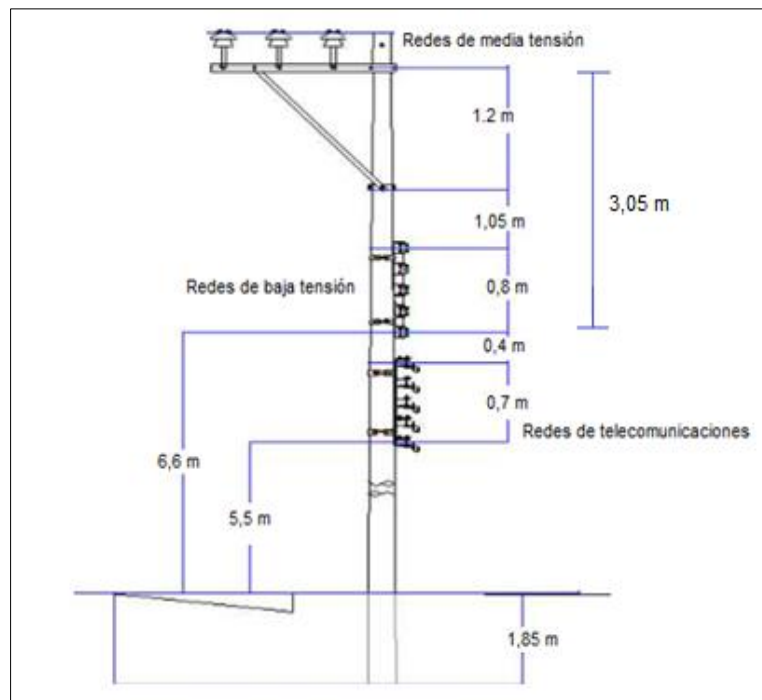


Figura. 1.36 Distancias de separación entre redes eléctricas y redes de telecomunicaciones

1.6.3 Identificación de redes de telecomunicaciones

La identificación de las redes de telecomunicaciones, tanto aéreas como subterráneas es obligatoria, al igual que la identificación para todos los elementos activos y pasivos de su red en cada poste.

La identificación se basa en las siguientes indicaciones:

- a) El código de colores previsto a ser utilizado por los prestadores de servicios de telecomunicaciones, como se detalla a continuación en la Tabla No. 1.4.

| Empresa | Color de fondo | Color de letra |
|---|----------------|----------------|
| CNT EP | Blanco | Azul |
| Claro Ecuadortelecom | Azul | Blanco |
| Claro Conecel | Rojo | Blanco |
| Megadatos | Violeta | Blanco |
| Telconet | Amarillo | Negro |
| Level 3 | Verde | Blanco |
| Grupo TV Cable (Setel, Satnet, Suratel) | Gris | Azul |
| Puntonet | Negro | Blanco |
| Etapá EP | Gris | Rojo |
| Otecel | Azul | Verde |
| Teleholding | Blanco | Verde |
| Grupo Bravco | Azul | Fucsia |

| | | |
|---|--------|------|
| Celec (Transelectric, Transnexa) | Fucsia | Azul |
| Nuevos Prestadores de servicios de Telecomunicaciones | Blanco | Rojo |

Tabla 1.4 Características de identificación para etiquetas de Prestadores de servicios de Telecomunicaciones

b) Para la identificación de cada una de las redes de telecomunicaciones se utiliza una etiqueta acrílica de las siguientes dimensiones:

- Largo: 12 a 14.5 centímetros
- Ancho: 5 a 8 centímetros
- Espesor: 1 a 3 milímetros

c) Los datos mínimos que contiene esta etiqueta son:

- Nombre de la Empresa
- Número Telefónico de los Prestadores de servicios de telecomunicaciones.

CAPÍTULO 2

INSTALACIÓN SOTERRADA DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

2.1 CANALIZACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

Se denomina canalización a las instalaciones subterráneas que permiten el tendido, el retiro, la protección y el mantenimiento de los cables subterráneos para servicios de electricidad y telecomunicaciones. Las canalizaciones están conformadas por el conjunto de ductos y cámaras que se unen entre sí y se denomina canalización principal.

Las canalizaciones entre cámaras y postes, armarios, manzana o edificio, y entre poste y poste se definen como auxiliares. Dentro de esta clasificación también se consideran las cajas de paso.

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), lo soterrado existente para el despliegue de redes de telecomunicaciones proviene de la empresa pública, infraestructura que se encuentra mayoritariamente (80%) utilizada; como política pública se obliga a realizar el despliegue de redes de forma soterrada, pero mientras esto sucede debe existir la norma técnica para instalación de redes aéreas.

Para iniciar la etapa de construcción de canalización, es necesario observar algunos requisitos básicos, como los siguientes:

- Para la localización del eje de los ductos se consultarán las características topográficas de la localidad.
- Bajo ninguna circunstancia las canalizaciones de telecomunicaciones se deben instalar sobre los mismos ejes de tuberías de: alcantarillado, energía, semaforización, cables directamente enterrados de otros servicios, entre otros.

El contratista deberá investigar de manera previa las exigencias que realizan los entes que emiten las licencias o permisos de excavación a nivel local y las recomendaciones o conceptos que emiten las demás empresas de servicios públicos o las entidades del orden territorial, regional o nacional tanto públicas como privadas.

La canalización deberá hacerse en forma paralela a las demás redes de servicios existentes, tales como: alcantarillado, energía eléctrica y semaforización y a una distancia libre mínima, en lo posible, de 50 centímetros entre el borde la zanja y la red de servicios existente más próxima; evitando en lo posible los cruces entre las mismas.

Las canalizaciones de telecomunicaciones, en lo posible, no podrán construirse bajo la infraestructura de postes, árboles, jardines, entre otros; además se deberá prever todos los posibles obstáculos y daños ocasionados por cimentaciones, raíces, etc., que interfieran con su alineamiento.

El relleno mínimo de la canalización será determinado por las características del suelo, condiciones de relleno, estructura de calzadas, de la resistencia propia

de la canalización, presencia de otras redes subterráneas, obstáculos y fundamentalmente de la economía de construcción.

Adicionalmente, la profundidad de la excavación también dependerá de las exigencias de las licencias o permisos de excavación que emita el ente competente de cada localidad. [21]

En este capítulo se tratarán las características técnicas que se aplican en la construcción de la obra civil a nivel del subsuelo para el soterramiento de redes físicas de telecomunicaciones, así como los materiales que se deben utilizar en ellas.

2.2 TECNOLOGÍAS SIN ZANJAS

El construir soterramiento en ciudades que disponen de servicios tales como: alcantarillado, agua potable, energía eléctrica y redes de telecomunicaciones, genera complicaciones al desplegar infraestructura civil de canalización, involucrando costos adicionales e incrementando los tiempos de ejecución.

Para minimizar los impactos citados se han desarrollado diferentes tecnologías para la localización de servicios que se encuentran ubicados en la infraestructura subterránea, tales como:

- Inducción magnética
- Geo - radares
- Excavación en vacío

La tecnología del geo radar es utilizada, ya que es un método no destructivo para la detección de las estructuras del subsuelo, vacío, discontinuidades, y los cambios en el material.

Los Geo - radares utilizan impulsos de radar transmitidos en el suelo para realizar una imagen del subsuelo mediante la grabación de señales electromagnéticas que regresan al sistema de GPR.

Éste se puede utilizar en una variedad de suelos, pero funciona mejor en arena seca o materiales duros como el hormigón, el granito y piedra arenisca.

El mínimo tamaño de tubería visible que puede detectar el geo – radar es:

- 250 MHz: diámetro crítico de tubería: 2" \approx 5,08 cm
- 700 MHz: diámetro crítico de tubería: 0,5" \approx 1,27 cm

Estas tecnologías permiten descifrar los servicios que se encuentran instalados en la infraestructura subterránea, con lo cual se aporta a los diseños de canalización a ser construidos.

Una de las técnicas revolucionarias que debería aplicarse en un futuro mediano es la utilización de tecnologías sin zanjas (topos).

2.2.1 Topos

El topo es el método utilizado para instalar cables eléctricos, coaxiales y fibra óptica; generalmente utilizado para cruces bajo carretera, acera o acceso a predios; cuenta con una perforadora neumática, un compresor de aire, tiene un rango de perforación, que va desde los 44 a 203 milímetros (1.75" a 8") en diámetro, como se observa en la figura 2.1.

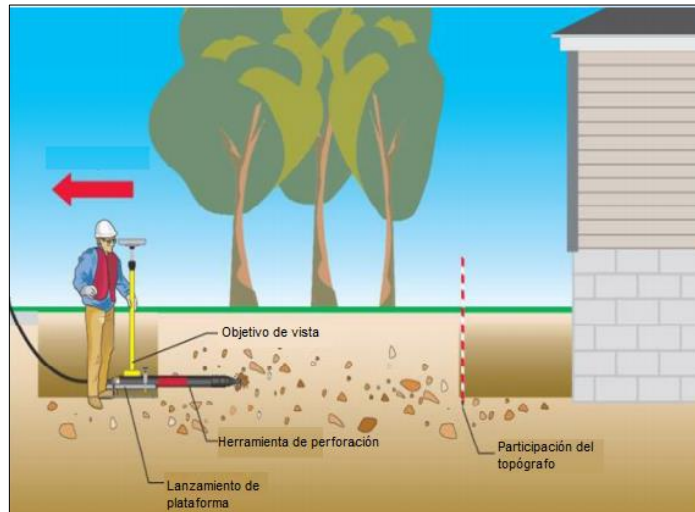


Figura. 2.1. Tecnología sin zanjas: topo

La intervención con la tecnología topo es beneficiosa en cuanto al tiempo de ejecución, ya que una jornada diaria se pueden realizar tres cruces de vía, adicionalmente no genera problemas en mayor cierre de área de trabajo, lo cual ayuda a no perjudicar el tráfico y bienestar de la ciudadanía, tal como se observa en la figura 2.2.



Figura. 2.2. Intervención con la tecnología topo en acera

El topo tiene un alcance máximo de 15 metros de longitud, por lo que su intervención en cruces es adecuada; sin embargo si se desea longitudes mayores se debe establecer un pozo de entrada, un pozo intermedio y un pozo de salida, generalmente la profundidad del pozo es de 10 veces el diámetro del topo.

2.3 UBICACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES EN EL SUBSUELO

La canalización de redes de telecomunicaciones, energía eléctrica, semaforización, tanto de las empresas públicas como privadas debe estar constituida por ductos que generalmente deberán ser ubicados en la acera.

De acuerdo al Anexo Técnico de la Ordenanza Municipal No. 022, denominado *“Reglas Técnicas para instalaciones de redes eléctricas y de conectividad en el Distrito Metropolitano de Quito”* se ha normalizado el uso del espacio en la acera, para lo cual se deja una franja de equipamiento, ubicada junto al bordillo, de un ancho entre 0,80 y 1,20 metros, dependiendo de la sección de la acera, en la cual se implantarán los postes de alumbrado público, semaforización, arborización y otros elementos de mobiliario urbano.

La instalación de válvulas de control de las tuberías de acometidas domiciliarias de agua potable estará ubicadas a una distancia de entre 15 a 20 centímetros de la pared del cerramiento. La tubería de distribución del agua potable se situará en la calzada vehicular, a una distancia de 1,20 metros medidos desde el filo del bordillo y a una profundidad de 1,20 metros para infraestructuras en obras de urbanización nueva. Para obras en áreas consolidadas se deberá realizar un estudio que justifique la reubicación de la red actual de agua potable o si se debe adaptar los ductos de redes eléctricas y de telecomunicaciones, como se observa en la figura 2.3.

Hacia el interior se ubicará el eje de la canalización para los canales y ductos cuyo ancho dependerá del ancho de acera y de la disposición vertical u horizontal

de los conjuntos de ductos. En la parte superficial, esta zona de circulación peatonal debe estar libre de obstáculos garantizando el libre tránsito de personas.

En las aceras que por su ancho no permita tener la faja de equipamiento, se dejará únicamente el espacio para la circulación peatonal y el espacio mínimo para la instalación de hidrantes, señalética, postes de alumbrado público y, en los casos que se requiera, los de semaforización.

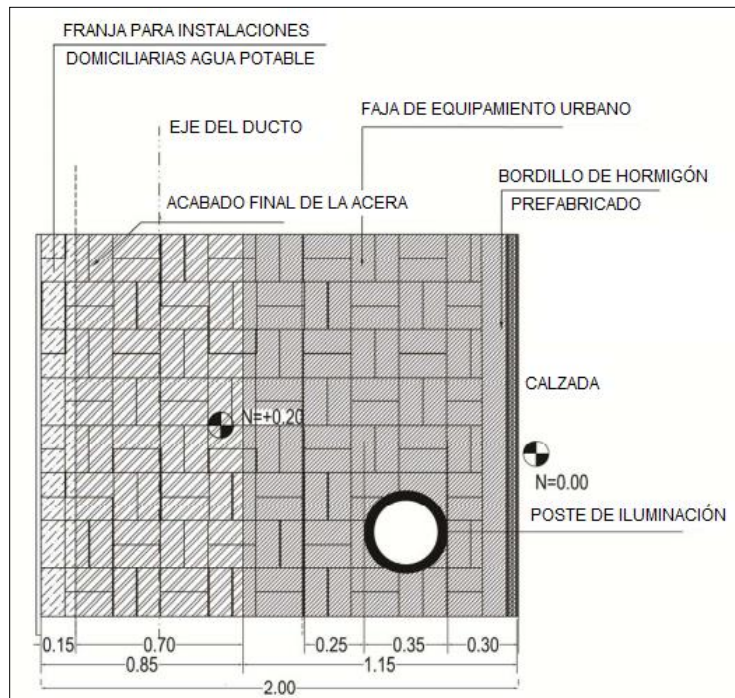


Figura. 2.3. Zonificación de una acera de 2 metros

El conjunto de la ductería comprende la utilización de pozos de revisión que serán compartidos por las empresas de telecomunicaciones, considerando que los cables de energía eléctrica pasarán sin que se realicen empates, los mismos que se deberán emplazar en cajas de revisión independientes, colocadas junto al ducto, para que de allí se hagan las acometidas domiciliarias.

El diseño de los canales y ductos estará determinado por el tipo de vía (calzada vehicular) y por el ancho de las aceras, concordante con la zonificación

del sector. Se considerará la demanda actual y futura de los servicios, previendo ductos de reserva para el futuro. [22]

Se ha establecido la distribución de servicios en una canalización de la siguiente manera:

Primera división: ubicada en la parte exterior de la acera, entre el eje de canalización y el bordillo, esta división está destinada para los siguientes servicios:

- Redes de energía eléctrica
- Redes para el sistema de potencia para semaforización
- Redes de alumbrado público

Segunda división: ubicada hacia el interior de la acera, entre el eje de canalización y la línea de fábrica, esta división está destinada para los siguientes servicios:

- Redes de telecomunicaciones públicas (CNT E.P.)
- Redes de telecomunicaciones privadas
- Redes para el sistema de control para semaforización;

Estas dos divisiones se pueden apreciar en la figura 2.4.



Figura. 2.4. División de redes de servicio en la acera

2.4 COMPONENTES DE INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS PARA REDES DE TELECOMUNICACIONES

Una instalación subterránea que aloja a redes de diferentes servicios, está conformada por la obra civil y componentes de redes de servicios.

2.4.1 Obra Civil

La obra civil contempla la canalización subterránea en cruces de calle, incluyendo demolición y reposición de pavimentos en calzada y en aceras. [23]

2.4.1.1 Zanjas

Son excavaciones realizadas por debajo de la superficie, por las cuales se ejecutará la canalización de redes eléctricas, de telecomunicaciones y otros similares. Los anchos de zanja serán de acuerdo a la canalización adoptada y dependerá de la cantidad de vías por base a instalar.

El Constructor deberá determinar las rutas de las zanjas y la ubicación de pozos de acuerdo con las regulaciones de los estudios y ser aprobados por la fiscalización. Las zanjas pilotos se excavarán, con el fin de verificar que la localización de una ruta, un pozo, etc., sea la apropiada.

El fondo de la zanja debe estar liso, libre de piedras, con un pequeño desnivel hacia cualquiera de sus extremos; su objeto es evitar que el agua se deposite dentro de la tubería, obstruyéndola y atacando la cubierta de los cables.

La base de la zanja estará perfectamente apisonada y uniforme, cubierta por una capa de arena, de 5 centímetros de espesor. Inmediatamente después de tender cada fila de ductos se rellenará la zanja con arena, hasta formar una capa de 2,50 centímetros sobre la rasante de cada fila de ductos, para evitar el contacto directo entre ellos. Para garantizar tanto su espesor como su regularidad se debe

utilizar temporalmente una reglilla horizontal (separador) la cual es necesario retirar antes de aplicar la siguiente capa de ductos. [21]

2.4.1.1.1 Obras previas a la ejecución de las zanjas

- a) *Desbroce y limpieza:* en esta actividad se ejecutará el corte y retiro de arbustos, troncos, raíces, matorrales, césped, toda clase de vegetación existente, así como suelos que contengan materia orgánica, arcillas expansivas y cualquier otro tipo de material que se considere inapropiado para la construcción de rellenos.
- b) *Rotura y Retiro de pavimento y/o asfalto:* consiste en la circunscripción, corte y retiro del pavimento y/o asfalto en los sitios indicados en los planos y la respectiva memoria técnica. El corte y extracción de la carpeta asfáltica o de hormigón, deberá limitarse a las dimensiones requeridas para ejecutar los trabajos.
- c) *Rotura y retiro de adoquín:* en esta actividad se marcará la excavación y luego se retirarán los adoquines que se considere necesario, almacenándolos de manera que no tengan daño.
- d) *Rotura y retiro de aceras:* esta actividad se refiere al corte de las franjas de acera y extracción de los escombros restantes.
- e) *Rotura y retiro de cruces de vías:* en esta actividad se determina que es necesario la instalación de ductos bajo la calzada, para la intercomunicación entre los pozos de revisión que se encuentran a los dos lados de la vía. [22]

2.4.1.1.2 Forma de zanjas

La forma de zanjas depende de su profundidad de excavación, es así que para zanjas con una profundidad inferior a 1,50 metros, las mismas tendrán una sección rectangular, las paredes deberán cortarse y mantenerse verticales.

El fondo tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de arena de 6 centímetros, consiguiendo un piso regular y uniforme, de tal manera que al colocar la tubería, ésta se apoye en toda su longitud, sin que describa doblamiento alguno, ni se evidencie presión de ningún tipo que pudiera ocasionar desgaste prematuro de la tubería.

Para todas aquellas excavaciones con profundidad superior a 1,50 metros, la excavación se ejecutará con taludes inclinados, proporcionando una forma trapezoidal a la sección, procurando que las paredes sean estables y en ninguna circunstancia, con pendientes mayores de 60 grados, en este caso el ancho normalizado de la zanja se lo tomará al fondo de la misma. [22].

En caso que exista varias hileras de ductos se debe dejar, como mínimo una capa de 10 centímetros de arena entre hileras [21].

2.4.1.1.3 Dimensiones de zanjas

De acuerdo con los requerimientos, tipo de acera y pasos de calzada, se ha normalizado las dimensiones de las zanjas para la colocación de las tuberías PVC (vías de servicio), para las redes de energía eléctrica, semaforización, telecomunicaciones públicas y privadas.

- **Zanja tipo 1:** para vías locales, en aceras de 1,50 a 2 metros: ancho= 0,75 metros y de profundidad= 0,90 metros, incluida la cama de arena y reposición de la acera, se lo visualiza en la figura 2.5.

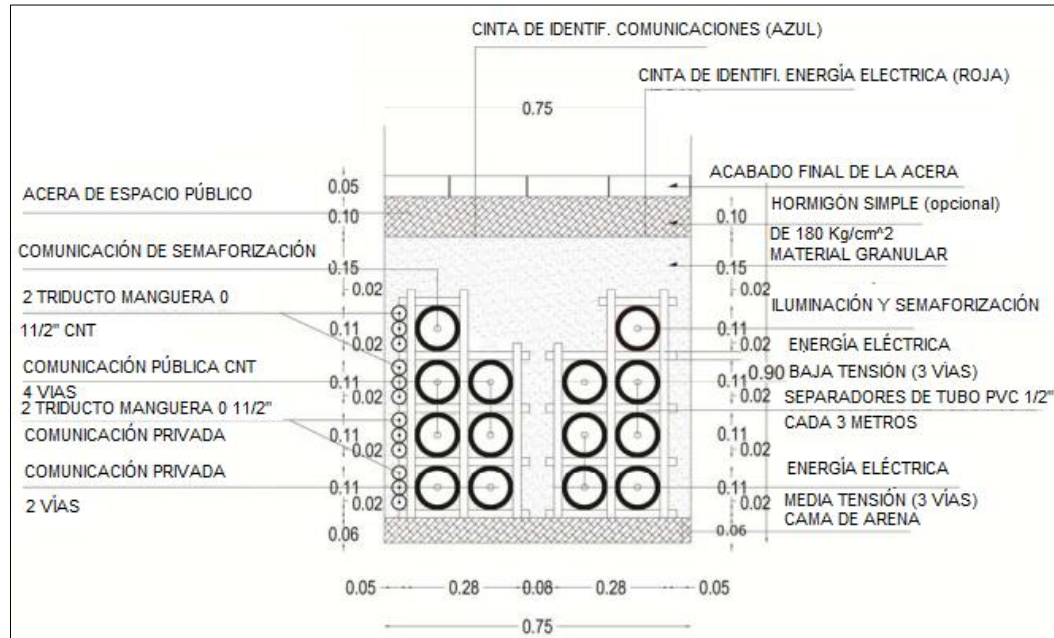


Figura. 2.5. Dimensión de zanja en vías locales en acera de 1,50 a 2 metros

- **Zanja tipo 2:** para vías secundarias, en aceras de 2 a 2,70 metros: ancho= 0,75 metros y de profundidad= 0,90 metros, incluida la cama de arena y reposición de la acera, se lo visualiza en la figura 2.6.

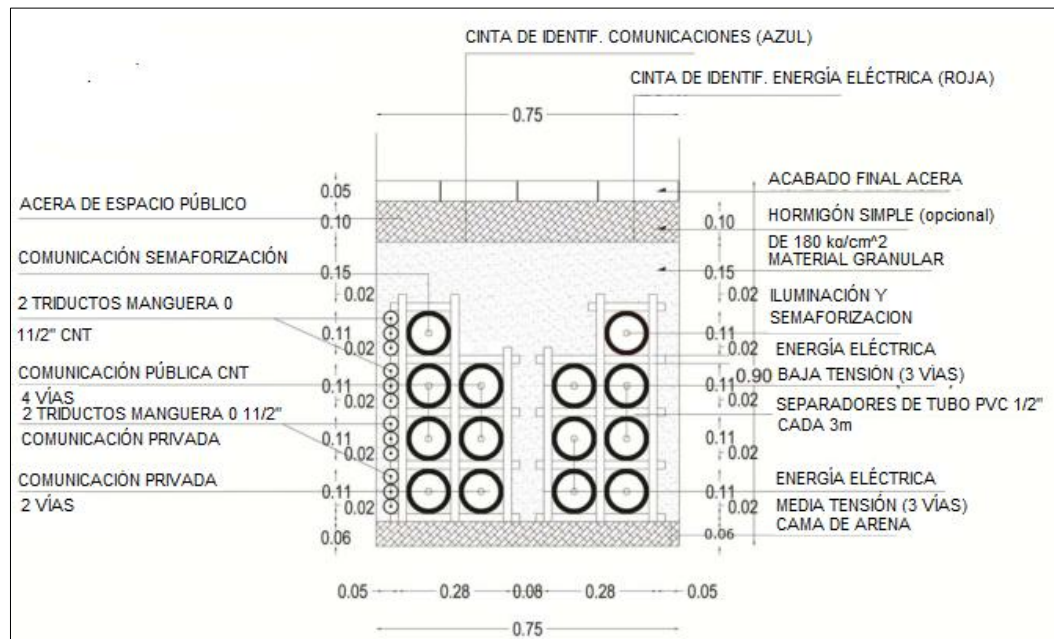


Figura. 2.6. Dimensión de zanja en vías secundarias en acera de 2,00 a 2,70 metros

- **Zanja tipo 3:** para vías principales y colectoras, en aceras mayores a 3 metros: ancho= 4,10 metros y de profundidad= 1 metro, incluida la cama de arena y reposición de acera, se la visualiza en las figura 2.7. [22]

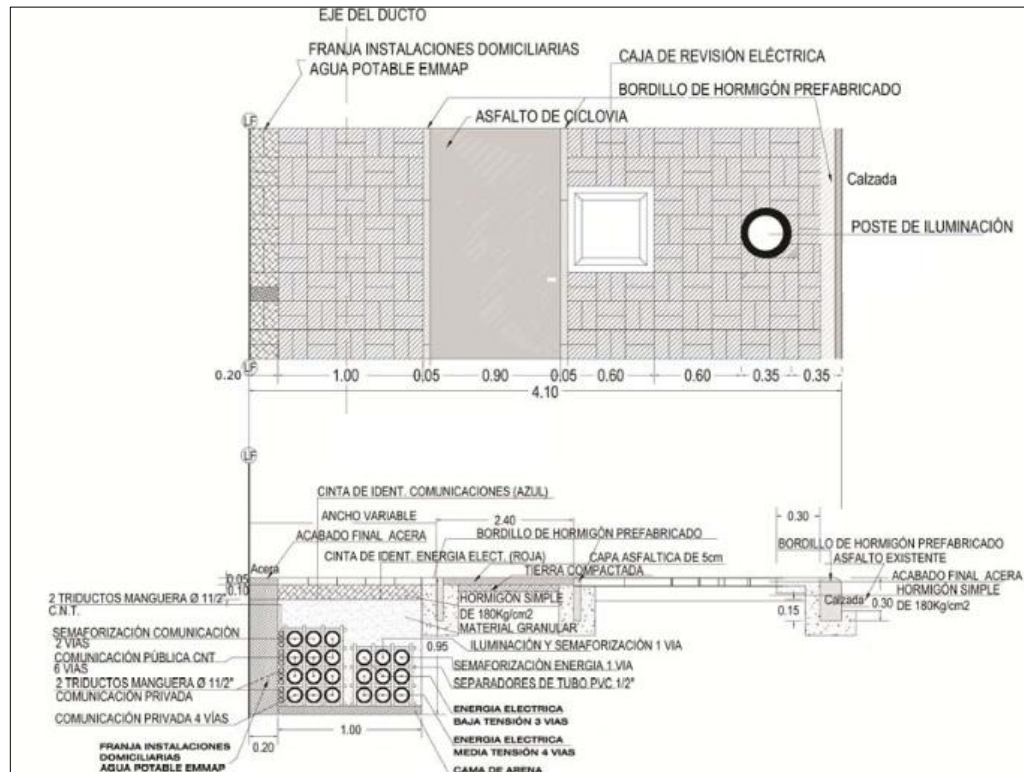


Figura. 2.7. Dimensión de zanja de calles principales y colectoras en acera mayor a 3,00 metros

Si el material del fondo de la zanja, no constituye un lecho firme debido a su blandura, esponjamiento u otras características inaceptables, este material será retirado hasta los límites indicados por el fiscalizador; y será reemplazado con material seleccionado de relleno que se compactará por capas de 15 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel de depósito de la cama de arena constante en los planos de los estudios definitivos.

En caso de que corran aguas por la misma zanja, ésta deberá ensancharse para conducir el agua por un costado de la zanja afectada hacia sumideros donde se utilizará un equipo de bombeo para drenarla fuera del sitio de la obra. [22]

2.4.1.1.4 Instalación de ductos en zanjas

Las empresas involucradas en la canalización de sus redes, dentro de la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito, deben contar con una distribución y señalización de sus ductos, para lo cual se ha establecido un color específico a cada empresa, como se detalla a continuación, en la tabla 2.1 [22]:

| Redes subterráneas | Color de ducto |
|-----------------------------------|----------------|
| Empresa Eléctrica Quito (MV y BV) | Naranja |
| Comunicación privada | Blanco |
| Comunicación pública | Gris |
| Comunicación semafórica | Beige |

Tabla 2.1. Identificación de ductos

De acuerdo a la Ordenanza Municipal No. 022, en su Anexo Técnico: “*Reglas Técnicas para instalaciones de redes eléctricas y de conectividad en el Distrito Metropolitano de Quito*”, la cantidad de ductos así como su distribución, se la realizará en función del tipo de zanja y el tipo de acera, tal como se detalla a continuación en las tablas 2.2, 2.3 y 2.4:

Zanja Tipo 1 (para vías locales)

| Zona Interior (entre el eje de canalización y la línea de fábrica) | | Zona exterior (entre el eje de canalización y el bordillo) | |
|--|--|--|------------------|
| Red subterránea | Número de ductos | Red subterránea | Número de ductos |
| Comunicación privada | 2 ductos de PVC y 2 triductos de manguera de 1½" | Eléctrica para media tensión (MV) | 3 ductos de PVC |
| Comunicación pública (CNT) | 4 ductos de PVC y 2 triductos de manguera de 1½" | Eléctrica para baja tensión (BV) | 3 ductos de PVC |
| Sistema de control y semaforización | 1 ducto de PVC | Alumbrado público y semaforización | 1 ducto de PVC |

Tabla 2.2. Distribución de ductos en zanja tipo 1

Zanja Tipo 2 (para vías secundarias y primarias)

| Zona Interior (entre el eje de canalización y la línea de fábrica) | | Zona exterior (entre el eje de canalización y el bordillo) | |
|--|--|--|------------------|
| Red subterránea | Número de ductos | Red subterránea | Número de ductos |
| Comunicación privada | 3 ductos de PVC y 2 triductos de manguera de 1½" | Eléctrica para media tensión (MV) | 3 ductos de PVC |
| Comunicación pública (CNT) | 4 ductos de PVC y 2 triductos de manguera de 1½" | Eléctrica para baja tensión (BV) | 4 ductos de PVC |
| Sistema de control y semaforización | 1 ducto de PVC | Alumbrado público y semaforización | 1 ducto de PVC |

Tabla 2.3. Distribución de ductos en zanja tipo 2

Zanja Tipo 3 (para principales)

| Zona Interior (entre el eje de canalización y la línea de fábrica) | | Zona exterior (entre el eje de canalización y el bordillo) | |
|--|--|--|------------------|
| Red subterránea | Número de ductos | Red subterránea | Número de ductos |
| Comunicación privada | 4 ductos de PVC y 2 triductos de manguera de 1½" | Eléctrica para media tensión (MV) | 4 ductos de PVC |
| Comunicación pública (CNT) | 6 ductos de PVC y 2 triductos de manguera de 1½" | Eléctrica para baja tensión (BV) | 4 ductos de PVC |
| Sistema de control y semaforización | 2 ductos de PVC | Alumbrado público y semaforización | 2 ductos de PVC |

Tabla 2.4. Distribución de ductos en zanja tipo 3

Para la colocación de tubería de PVC rígida se colocará en el fondo de la zanja una capa de arena de 5 a 6 centímetros de espesor, sobre la cual se tenderá una fila de ductos a la vez.

Para mantener la separación de los mismos y evitar curvaturas innecesarias, entre cada fila y columna de ductos, se colocarán separadoras de PVC de ½" de diámetro, cada 3 metros.

Los espacios entre los separadores deber ser rellenados con arena así como todos los demás intersticios existentes entre las paredes de la zanja y los ductos entre ductos, así como se observa en la figura 2.8. [11]

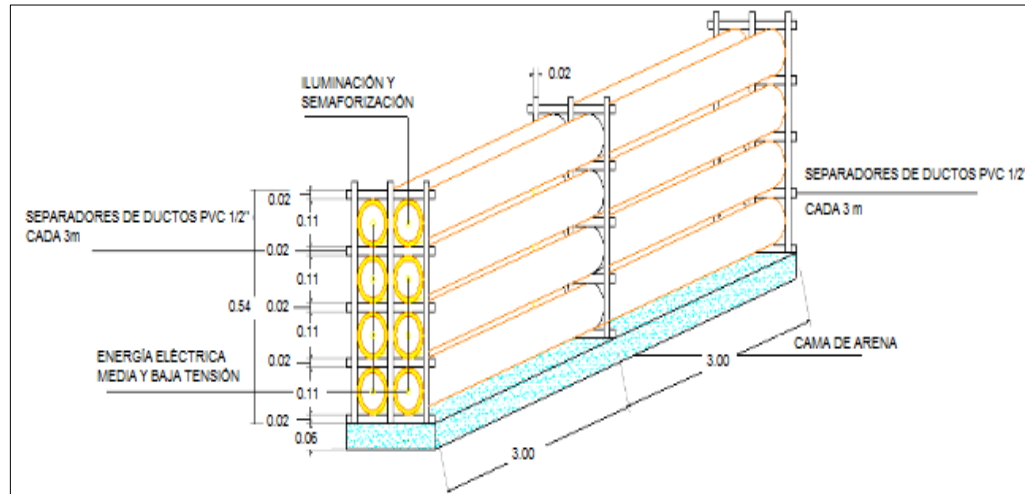


Figura. 2.8. Alineación y separación de ductos

2.4.1.2 Ductos

Son tubos que generalmente de PVC y pueden ser conducto, poliducto o similares instalado en forma subterránea, que sirven para alojar los cables de diferentes tipos que transportan las señales de los servicios de telecomunicaciones y eléctricos, como se observa en la figura 2.9.

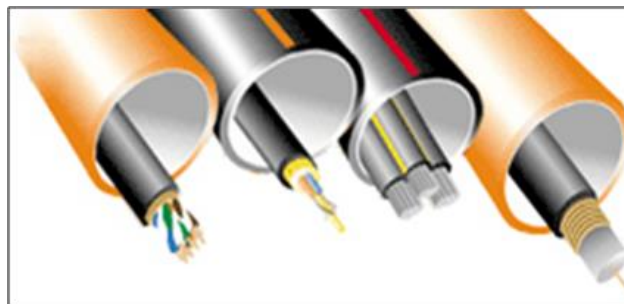


Figura. 2.9. Ductos de PVC para servicios de telecomunicaciones

La siguiente distribución de arreglo de ductos de acuerdo con la clasificación de aceras y diseños serán considerados para obras nuevas en áreas no consolidadas y como referencia opcional en áreas consolidadas; según la dimensión, las aceras se han clasificado en:

- **Acera mínima:** menor a 1 metros, como se muestra en la figura 2.10.

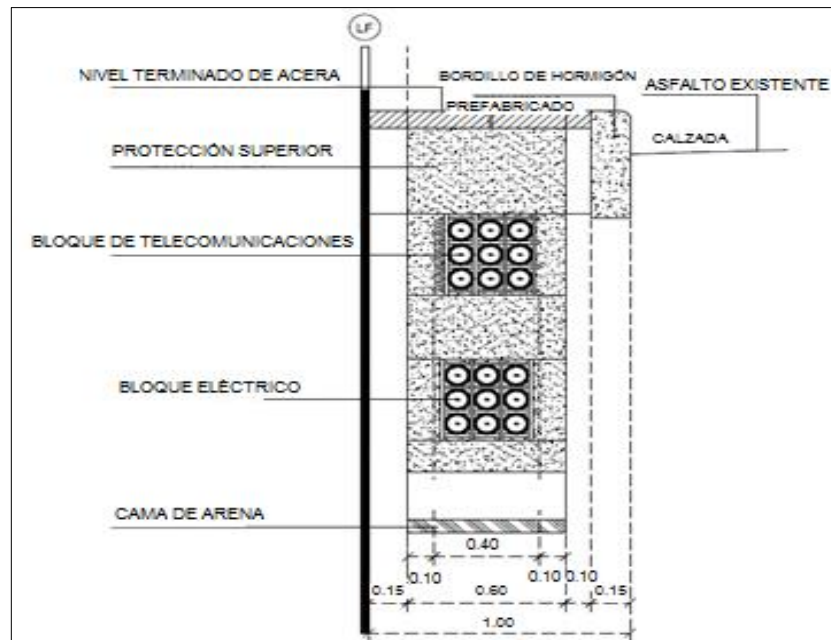


Figura. 2.10. Colocación de ductos de PVC en acera mínima

- **Acera reducida:** menor a 2 metros, como se muestra en la figura 2.11.

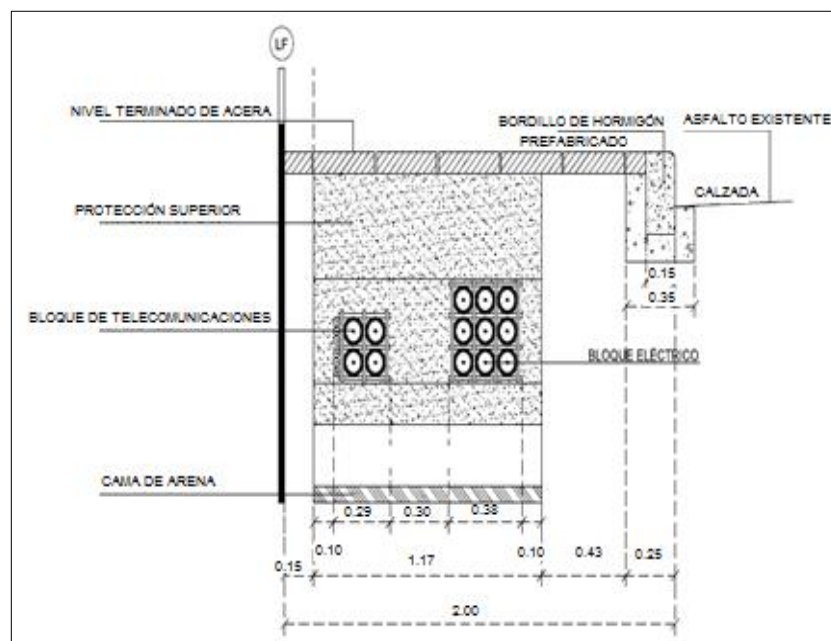


Figura. 2.11. Colocación de ductos de PVC en acera reducida

- **Acera estándar:** una dimensión entre 2,01 a 2,70 metros, como se muestra en la figura 2.12.

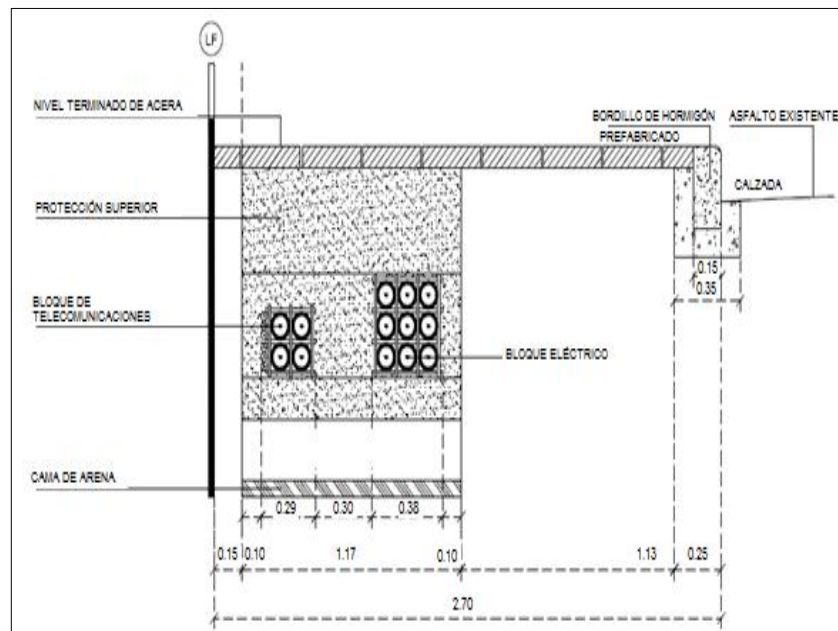


Figura. 2.12. Colocación de ductos de PVC en acera estándar

- **Acera grande:** una dimensión mayor a 2,70 metros, como se muestra en la figura 2.13.

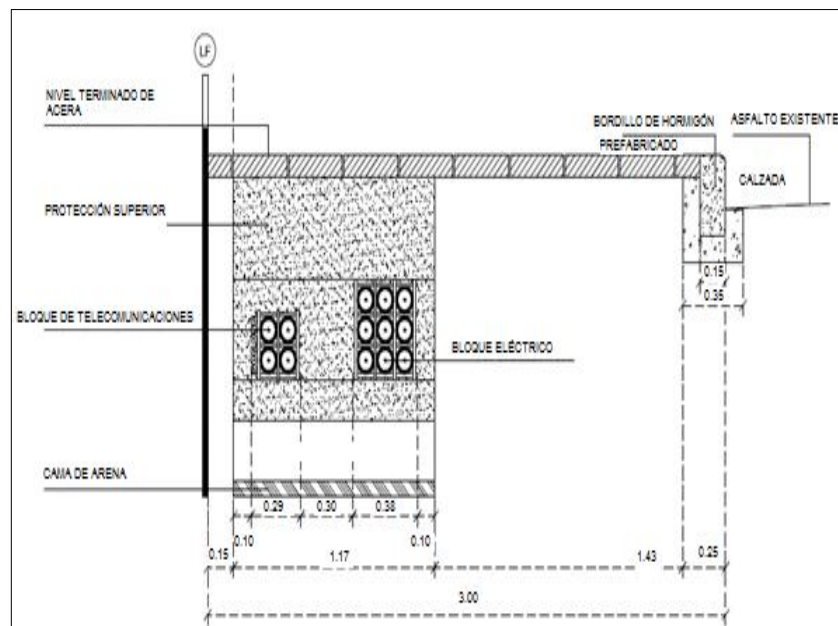


Figura. 2.13. Colocación de ductos de PVC en acera grande

La ubicación de ductos deberá realizarse garantizando la libre circulación peatonal y de vehículos, tanto durante la construcción, como en la utilización, en la instalación y mantenimiento de los sistemas; para lo cual se tomarán las siguientes consideraciones:

Ubicación en aceras: En forma general, el eje de la canalización se colocará considerando el espacio necesario para la ubicación de los postes de alumbrado público, dejando un espacio libre de 70centímetros, medido desde el filo exterior del bordillo.

Ubicación en la calzada: Para los casos en los cuales no exista disponibilidad de espacio en las aceras para la instalación de ductos, en casos excepcionales se utilizará la calzada y fundamentalmente para cruces de vías, minimizando el impacto en el proceso de construcción como en el de mantenimiento de dicha infraestructura en la circulación vehicular.

Ubicación en zonas verdes: En caso de ser ventajoso ubicar los ductos en zonas verdes se aplicarán los mismos criterios expuestos anteriormente, se evitarán en el diseño de la ruta obstáculos tales como árboles, postes, etc., así como para que la ubicación de las cámaras de revisión no impidan el normal acceso de personal y equipo para el montaje y mantenimiento de los sistemas, ni la circulación peatonal.

Ubicación en puentes: Para el caso de puentes en construcción, cruces de pasos a desnivel, ríos, etc., los ductos se ubicarán siguiendo uno de los costados más exteriores del puente donde la canalización puede ser parte de las aceras del mismo. [23]

2.4.1.3 Triductos

El triducto está constituido por tres monoductos unidos entre sí por una membrana flexible y de membrana rígida para ser instalada directamente en el suelo compactado en camas de arena. [23]

El triducto se aplica para protección de conductores telefónicos, video y fibra óptica; el cual generalmente es fabricado bajo especificaciones de compañías de telecomunicaciones.

El material con el que está realizado los triductos es de polietileno de alta densidad, con una vida útil aproximadamente de 50 años, un diámetro interior de 34 ± 5 milímetros y un espesor de la pared en cualquier punto de una sección de $3 \pm 0,3$ milímetros, como se observa en la figura 2.14.

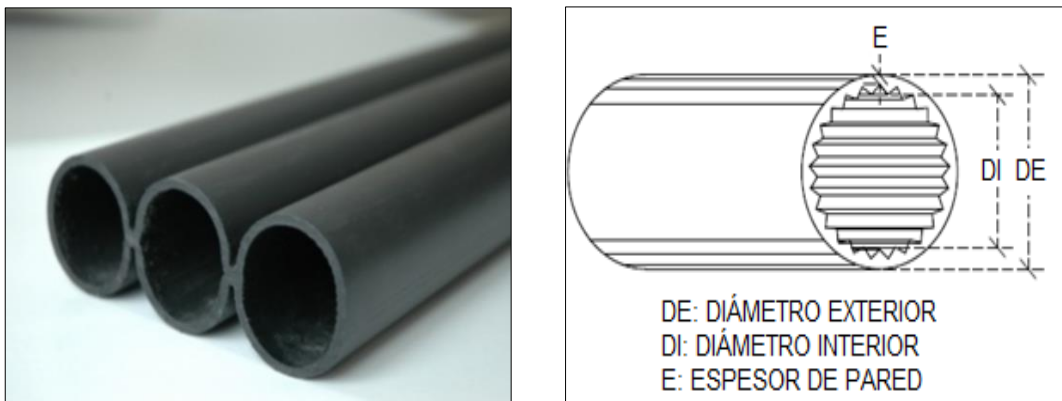


Figura. 2.14. Triducto

El triducto tiene presente las siguientes ventajas:

- Resistente a la tracción y al alargamiento.
- Resistente al ataque de agentes químicos.
- Resistente a la compresión y perforación.
- Resistente a los rayos ultravioletas.

- Bajo peso, por lo que es sencilla su manipulación
- Fácil instalación.
- Bajo costo [24]

2.4.1.3.1 Características técnicas de un triducto para zanjas

Las dimensiones de los ductos son un diámetro interior de los tubos: 34 ± 0.5 milímetros, espesor de pared: 3 ± 0.3 milímetros, ovalización de los tubos: ≤ 2 milímetros, masa volumétrica de $0,911 \text{ g/cm}^3$, temperatura de ablandamiento: $115 \text{ }^\circ\text{C}$., Resistencia a la tracción: 75%, Alargamiento de rotura: 75%.

La fábrica debe entregar los tubos, exentos de grietas y burbujas. Las superficies interior y exterior deben ser lisas, libres de ondulaciones y defectos que afecten en su utilización.

La superficie interior debe ser libre de obstrucción, comprobable con el paso de un calibre verificador dentro de ellos.

Los extremos deberán tener un corte normal al eje, libre de irregularidades, formado por tres tubos de iguales dimensiones unidos entre sí por una membrana rígida, dispuestos paralelamente en un plano.

La identificación de cada ducto que conforma el triducto, debe poseer una raya construida de distinto color (ej. azul, naranja, verde).

A fin de brindar seguridad a los ductos instalados se colocarán cintas de advertencia de polietileno con una capacidad de elongación del 900%.

En los arreglos de ductos para telecomunicaciones, audio y video por suscripción, y similares, se colocará un triducto de manguera de $1 \frac{1}{2}$ " para

cada fila de ductos, sobre cada bloque de tubos PVC, fijado a los separadores horizontales mediante correas plásticas, así como de manera vertical, como se observa en la figura 2.15. [23]

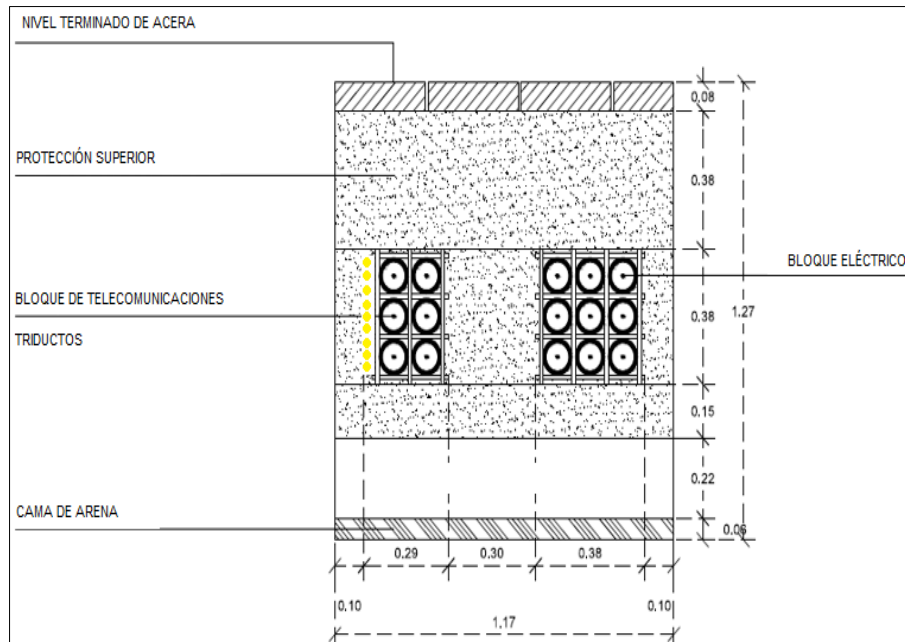


Figura. 2.15. Instalación de triductos

2.4.1.4 Pozos de revisión

Son elementos que forman parte del sistema subterráneo de servicios de energía eléctrica, semaforización y telecomunicaciones, considerando que los cables de energía eléctrica pasarán sin que se realicen empates, los mismos que se deberán emplazar en cajas de revisión independientes, colocadas junto al ducto, para que de allí se realicen las acometidas domiciliarias. Mientras que los empalmes de los cables de telecomunicaciones se realizarán en estos pozos, que se construirán antes o después de las cámaras de energía eléctrica, según la longitud del tramo y las características del terreno. Las acometidas domiciliarias se realizarán directamente desde los pozos. [23]

Es una condición indispensable que la excavación de cada pozo esté completamente terminada para iniciar la colocación de hormigón de la base. A medida que avance la excavación se debe ejecutar retiros parciales de escombros. La excavación deberá realizarse en un área mayor a la del pozo a construirse, de tal manera que, de la cara exterior del pozo al talud de la excavación, exista menos de 20 centímetros de separación, lo cual garantizará un mejor relleno y compactación.

La longitud máxima de los tramos no deberá exceder 50 metros, entre pozos de revisión, sean en calzadas, acera, o en zonas verdes; además se debe considerar que los pozos de revisión serán ubicados en lugares en los cuales se evite la cercanía a bombas de gasolina o lugares donde se sospeche la presencia de emanaciones de gases tóxicos y sitios adyacentes a un hidrante.

Los pozos de revisión son contruidos de acuerdo a los siguientes tipos:

- **Pozo de bloque macizo curvo:** las paredes de los pozos se contruirán con bloques de hormigón macizo de 40x30x12 centímetros, con una resistencia mínima de 180 kg/cm².
- **Pozo contruido con hormigón armado:** se recomienda contruir este tipo de pozos, en suelos fangosos y pantanosos, que permitan cierta impermeabilidad al interior de los mismos. Las paredes serán siempre de hormigón armado de 210 kg/cm² de resistencia, las varillas de refuerzo serán de 12 milímetros de diámetro y será necesario encofrar ambos lados de la pared.
- **Pozo de hormigón armado prefabricado:** este tipo de pozo se contruirá en fábricas, en dos partes, parte inferior y parte superior; para la construcción total del pozo se utilizará hormigón de 210 kg/cm².

Con la finalidad de ordenar todos los cables eléctricos y de comunicaciones, es necesario armar un sistema de herrajes anclado a la estructura del pozo, éste facilitará a las operadoras de servicios organizar los cables por grupos y realizar los empalmes de comunicaciones de acometidas domiciliarias e identificación de la empresa correspondiente, esto se puede observar en la figura 2. 16. [23]

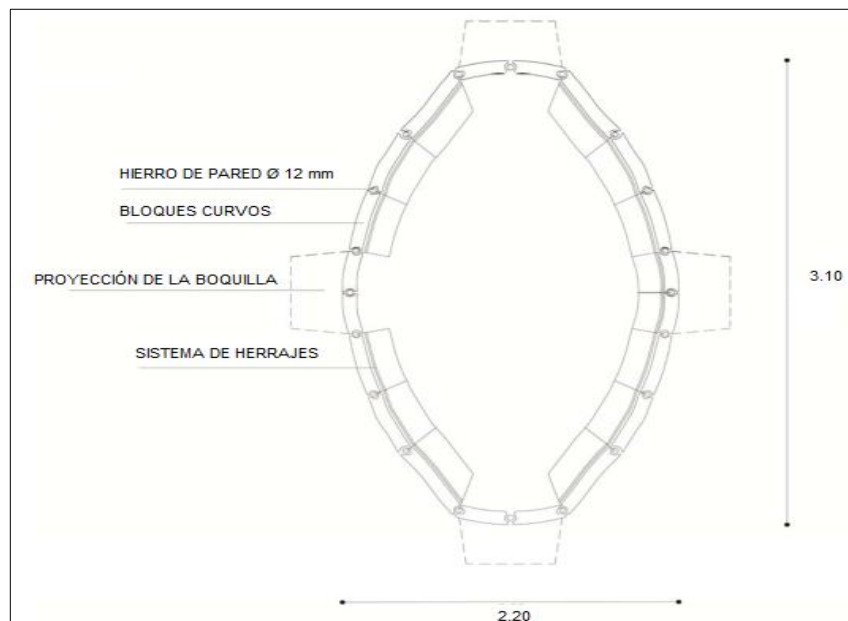


Figura. 2.16. Forma y dimensión de pozo de revisión

Los pozos son construidos sobre una losa de 10 centímetros de espesor, utilizando concreto de 180 kg/cm².

Esta losa será nivelada adecuadamente dándole una ligera pendiente hacia el centro donde se realizará un sumidero de 40x40x40 centímetros por donde se evacuará el agua en caso de ingresar al pozo.

En la parte superior de los pozos de revisión se debe instalar una losa de cubierta, la cual se construirá con un espesor de 20,00 centímetros para las ubicadas en acera y de 30,00 centímetros para las ubicadas en la calzada.

En ambos casos se utilizará hormigón de 210 kg/cm^2 de resistencia. A continuación en la figura 2.17 se detalla el corte transversal de un pozo de revisión ubicado en la acera. [11]

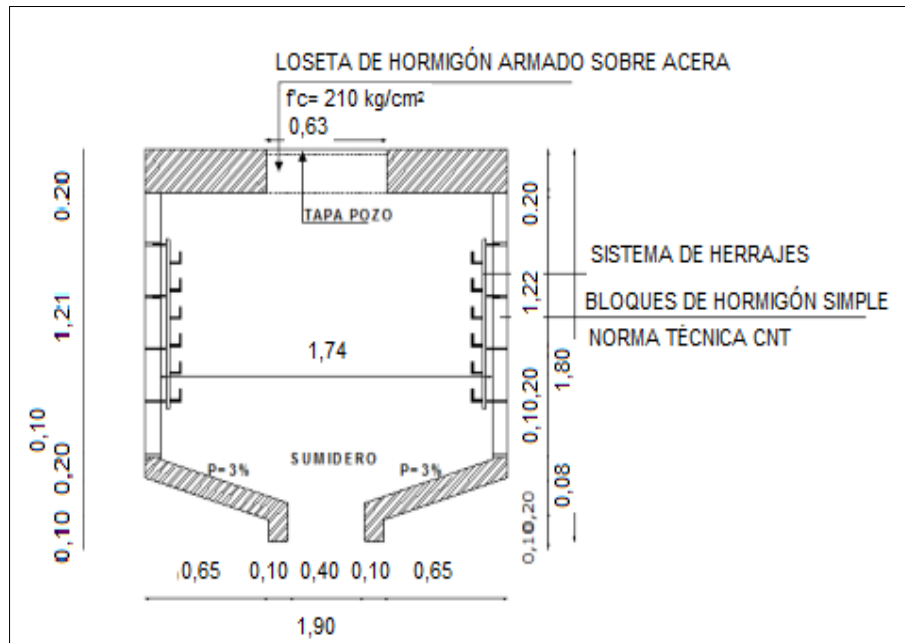


Figura. 2.17. Corte transversal de un pozo en acera

2.4.1.5 Cajas de mano

Son construidas para realizar acometidas del servicio de telecomunicaciones públicos o privados hacia un edificio.

El pozo de mano debe ser construido de las siguientes dimensiones: 60 centímetros por 40 centímetros de profundidad, con paredes de hormigón y/o ladrillo, como se observa en la figura 2.18 y la tapa para esta caja debe ser de hormigón con sello metálico de identificación del servicio. [11]

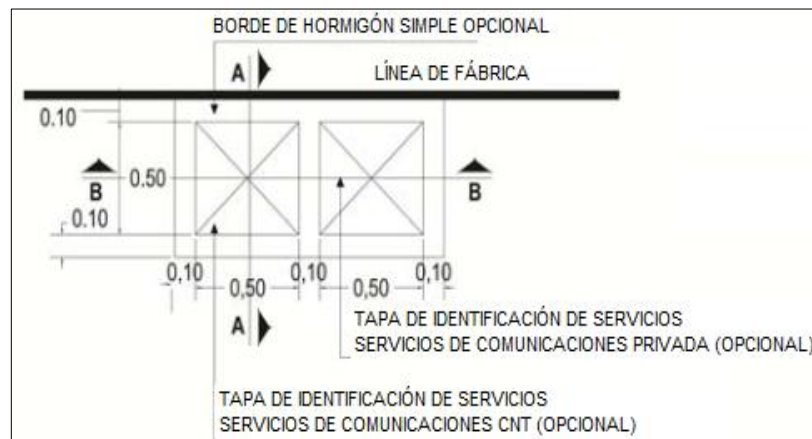


Figura. 2.18. Dimensiones de caja de mano

2.4.1.6 Cajas para elementos activos y pasivos de telecomunicaciones

2.4.1.6.1 Cajas para elementos activos

Los elementos activos de una red HFC son equipos electrónicos que se utilizan para amplificación de señal, por lo cual no se pueden instalar en pozos y lugares con humedad ya que afectarían su funcionamiento.

Los amplificadores BT-4 son equipos electrónicos que amplifican la señal RF, por lo cual su instalación se deberá realizar en pedestales tipo 3 y lugares libres de humedad, como se observa en la figura 2.19.



Figura. 2.19. Amplificador BT-4

Los nodos ópticos son elementos electrónicos que se instalan en pedestales tipo 4, en lugares que no tengan humedad, como se observa en la figura 2.20; los cuales sirven para transformar señales de luz a RF. [22]



Figura. 2.20. Nodo óptico

Para la colocación de este tipo de cajas se deberá empotrar sobre una base de hormigón, ubicada cerca de la pared de un predio. Las dimensiones de estas cajas y de la base de hormigón, varían dependiendo del equipo que alojarán en su interior, como se muestra en las figuras 2.21 y 2.22. [22]

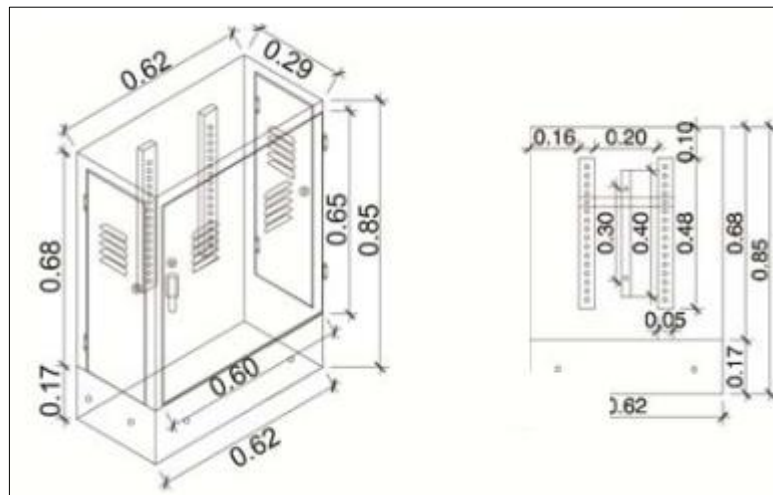


Figura. 2.21. Caja de pedestal tipo 3 para amplificadores BT-4

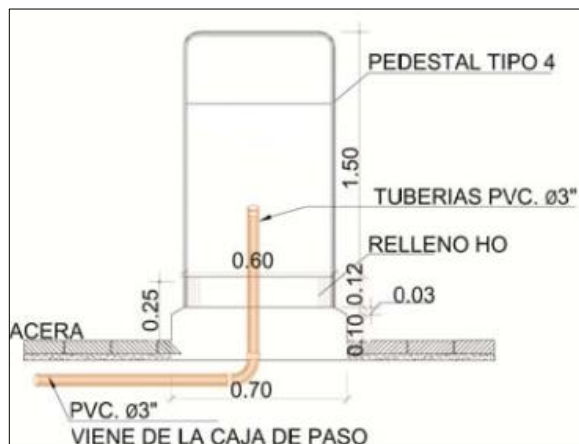


Figura. 2.22. Caja de pedestal tipo 4 para amplificadores BT-4

2.4.1.6.2 Cajas para elementos pasivos

Los elementos pasivos al igual que los elementos activos son equipos electrónicos que no se pueden instalar en lugares expuesto a la humedad o en los pozos de revisión, por lo que es necesario colocarlos en cajas similares, las cuales serán colocadas sobre una base de hormigón. [22]

Las dimensiones de la caja y las de hormigón varían dependiendo del tipo de elemento pasivo a ser instalado, como se observa en la figura 2.23.

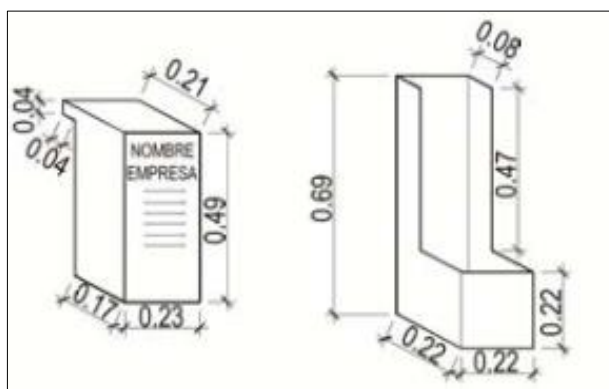


Figura. 2.23. Caja de pedestal tipo 1 para Tap

2.5 COMPONENTES DE REDES DE TELECOMUNICACIONES PARA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA

Las redes de telecomunicaciones en planta externa están formadas por:

- Componentes propios de redes de telecomunicaciones
- Componentes de sujeción
- Componentes de las redes para servicios a abonados

2.5.1 Componentes de redes de telecomunicaciones

2.5.1.1 Recomendaciones para el tendido de cables subterráneos

Es necesario considerar las siguientes recomendaciones para el tendido de cables subterráneos:

- Las curvas de los cables en la entrada a las cámaras y a los ductos se realizarán utilizando herramientas especiales como protectores acanalados metálicos, con el objeto de evitar hendiduras en las cubiertas y deformaciones del núcleo.
- Para reducir los esfuerzos mecánicos creados por la fricción de los cables en el ducto durante el proceso de tendido, se podrá utilizar productos deslizantes no agresivos o corrosivos para la chaqueta, de alta viscosidad tales como, grasas minerales u otros, no se podrá usar productos agresivos como las grasas industriales.
- Los cables no deberán ser arrastrados en el piso, paredes o muros, generando roces y hendiduras, en estos sitios se deberán colocar rodillos, o en caso de no poder utilizarlos se debe colocar personal para ayudar a que el deslizamiento del cable sea normal.

- Los cortes en las puntas de los cables deben ser realizados perpendicularmente al eje del mismo, con el objeto que no se pierda la secuencia y rotación de los grupos. El corte de los cables se hará teniendo en cuenta que la longitud sea suficiente para descontar la parte que se pudiera deteriorar con el uso de la malla o cualquier otro elemento de sujeción, para las reservas en las cámaras y para la realización del empalme.
- Los extremos de los cables cuyas puntas han sido cortadas deberán quedar sellados con capuchones termo contráctiles o cualquier otro medio seguro.
- Los cables una vez instalados deberán ser identificados con dos etiquetas plásticas ubicadas a cada lado del pozo y con marcaciones permanentes de bajo relieve utilizando letras y números de aproximadamente 4 milímetros de altura. La información presente sobre las etiquetas deberá coincidir con la información de los planos.
- El responsable de la construcción deberá entregar los planos actualizados del recorrido del cable, suministrando la siguiente información: identificación del cable, tipo, capacidad y número del ducto utilizado en el formato de la fachada correspondiente
- Para la asignación de vías en el tendido del cable se considerarán los siguientes criterios:
- Los cables secundarios serán ubicados en los ductos superiores.
- Los cables primarios serán colocados en los ductos inferiores hasta completar la primera capa horizontal, se procederá igual para la segunda, tercera, cuarta, etc. capas. [25]

2.5.1.2 Cables

Los cables usados por las empresas de telecomunicaciones en la instalación subterránea de sus redes son similares a los utilizados en las instalaciones aéreas, con la variación que poseen un revestimiento externo diseñado para cada tipo de cable, capaz de soportar los esfuerzos a los que estarán expuestos en el momento de ser canalizados, además de protección contra humedad, roedores, entre otros. [11]

Entre los cables más utilizados se puede clasificar los siguientes:

- **Cable coaxial flexible:** estos cables están formados por un conductor central (alambre), dieléctrico, un conductor exterior o blindaje constituido por una malla de cobre o aluminio y una lámina de aluminio tipo cinta que cubre el 100% del cable, y una cubierta de plástico, como se observa en la figura 2.24.

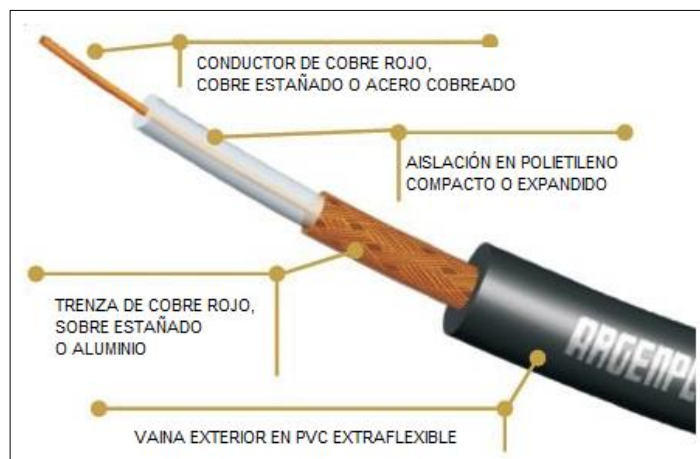


Figura. 2.24. Cable coaxial flexible

En este tipo de cables se encuentran los de la serie RG, de los cuales los de 75 Ohmios más utilizados son el RG-59, RG-6 y el RG-11, siendo el RG-59 el más delgado y el RG-11 el más grueso.

Los cables coaxiales flexibles son más delgados que los cables coaxiales rígidos, por lo cual su uso se limita a la acometida e instalación interior. Entre las características mecánicas se puede señalar la máxima tensión mecánica longitudinal o máxima fuerza de tracción; esto es particularmente importante durante las fases de instalación, donde el cable debe ser sometido a fuerzas de tracción en el tendido aéreo como subterráneo por ductos. El sobrepasar este nivel podría producir deformaciones en el cable y eventualmente un daño físico mayor. [26]

En resumen los cables coaxiales que se utilizan en una instalación subterránea poseen las mismas características en su estructura que los usados en una instalación aérea, con la excepción que estos cables poseen una cubierta de polietileno extra para brindar al cable una mayor resistencia a los diferentes impactos a los que se encuentra expuesto.

- **Cable multipar para canalizado ELAL – JF:** estos cables pueden tener variaciones en su constitución física dependiendo de la utilización:
 - Núcleo relleno y barrera contra la humedad
 - Núcleo relleno, doble chaqueta y barrera contra la humedad
 - Núcleo seco y barrera contra la humedad.

Este cable es utilizado en redes subterráneas troncales primarias y secundarias, especialmente para sitios húmedos; la instalación de estos cables se la puede realizar por medio de ductos, canalización o enterrado directamente en sitios sin tráfico de vehículos ni maquinaria pesada.

Este cable multipar se encuentra constituido de las siguientes componentes:

- Conductor: alambre de cobre suave
- Aislamiento del conductor: polietileno celular con piel (foam skin) o polietileno sólido de alta densidad.
- Núcleo: el número de pares que se tiene en el núcleo son los siguientes: 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 900, 1200, 1500, 1800, 2400.
- Pares de reserva: se tiene un par de reserva cada 100 pares para garantizar un número de pares nominales.
- Cubierta del núcleo: cinta poliestérica, no absorbente que proporciona rigidez dieléctrica entre el núcleo y la pantalla.
- Pantalla: cinta de aluminio corrugada recubierta por ambas caras.
- Chaqueta: compuesta por polietileno de color negro, resistente a la humedad, a la intemperie y a la abrasión.

Los cables telefónicos para exteriores con núcleo relleno y barrera contra la humedad, deben cumplir las normas internacionales de la IEC (International Electrotechnical Commission); en la figura 2.25 se muestra la constitución del cable ELAL – JF con núcleo relleno y barrera contra la humedad. [27]

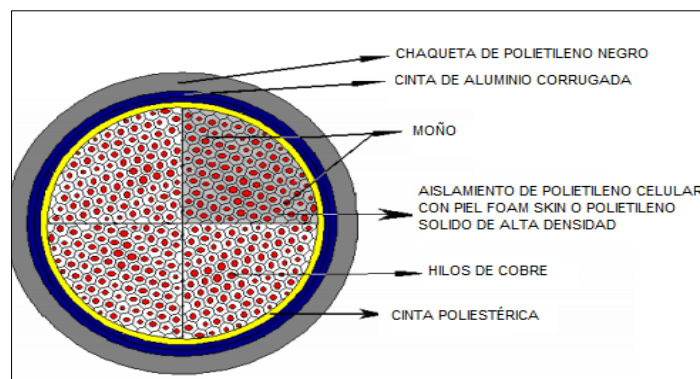


Figura. 2.25. Cable multipar para canalizado ELAL – JF

- **Cable de fibra óptica para instalación subterránea PVP:** La fibra con su cubierta primaria será protegida por un tubo de tipo "holgado", extruido, en material termoplástico y relleno con gel repelente de la humedad, como se observa en la figura 2.26.

Las fibras ópticas se alojarán en estos tubos holgados con una sobre longitud tal, que ellas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos cuando el cable se someta a las cargas de tracción especificadas. El conjunto de tubos será cableado alrededor de un elemento resistente no metálico y cubierto por una vaina de polietileno o PVC. [28]

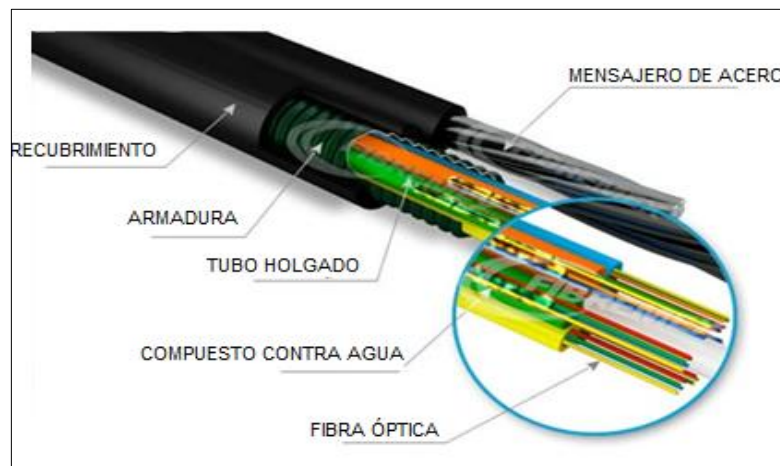


Figura. 2.26. Cable de fibra óptica para instalación subterránea PVP

Estos cables tienen la misma composición que los ADSS con la excepción de que usan hilaturas de vidrio anti roedores en sustitución de las hilaturas de arámida. No obstante, esta sustitución implicará que se mantenga un mínimo de resistencia a la tracción y compresión suficientes para no verse afectado por las acciones de tendido y aplastamiento en las condiciones de servicio. [11]

2.5.1.3 Elementos activos

Los elementos activos que se usarán en una instalación subterránea, son los mismos que se detallan en el capítulo 1 para redes aéreas, con la diferencia que estos elementos serán instalados en cajas que los contendrán en su interior, cuyas especificaciones se detallaron en el numeral 2.3.1.6.1.

2.5.1.4 Elementos pasivos

Los elementos pasivos que se usarán en una instalación subterránea, son los mismos que se detallan en el capítulo 1 para redes aéreas, con la diferencia que estos elementos serán instalados en cajas para evitar su mal funcionamiento, cuyas especificaciones se detallaron en el numeral 2.3.1.6.2.

2.5.1.5 Componentes de sujeción

Entre los componentes destinados a la sujeción de los elementos propios de una instalación subterránea de redes eléctricas y de telecomunicaciones, se encuentra el herraje para pozos que era usado por la empresa de telecomunicaciones pública CNT para sujetar sus cables, pero con la finalidad de normar la distribución de redes eléctricas y de telecomunicaciones en las instalaciones que las canalizarán, se ha adoptado esta estructura para que cumpla las funciones de sujeción y ordenamiento dentro del pozo de revisión, donde las redes eléctricas y de telecomunicaciones comparten sus servicios, como se observa en la figura 2. 27. [11]

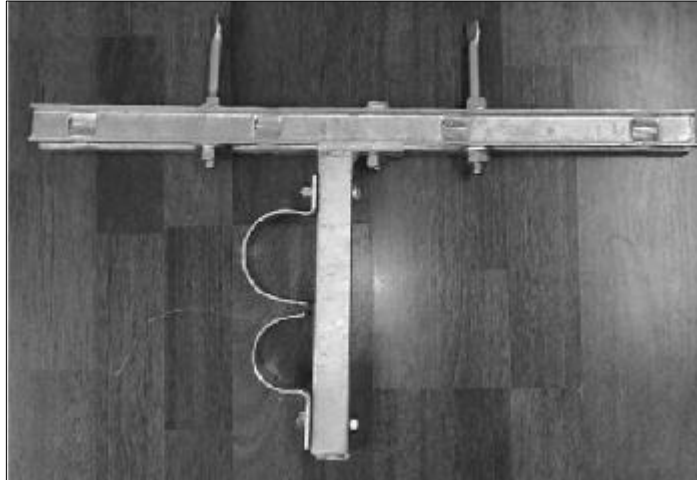


Figura. 2.27. Herraje para pozos

Los herrajes para pozos están conformados de las siguientes partes:

- **Dos porta consolas:** confeccionadas con platina de acero de baja aleación terminada en caliente de sección rectangular, su longitud será de 600 milímetros de largo.
- **Consolas:** conformadas por un canal en forma de U con dimensiones de 250x35x2 milímetros.
- **Dos sujeciones para cables grandes:** confeccionadas con platina de 2"x1/8", con dimensiones de 150x80 milímetros.
- **Dos sujeciones para cables pequeños:** confeccionadas de platina de 2"x1/8", con dimensiones de 110x60 milímetros.
- **Cuatro pernos de empotramiento:** de dimensiones de 1/2"x6" con doble tuerca y rodela plana de 1/2".
- **Dos pernos de envoltura:** de dimensiones de 1/2"x2 1/2".

- **Cuatro pernos de cabeza hexagonal:** de dimensiones de 3/8"x2" hexagonal con rodela de planta de 3/8". [11]

A continuación, en la figura 2.28 se muestran las partes que conforman un herraje para pozos:



a) Consola v porta consola b) Perno de empotramiento c) Suieta cables

a. 2.28. Partes que conforman un herraje para pozos

2.5.1.6 Componentes de las redes para servicios a abonados

Los componentes de redes de servicio a abonados, dependen del servicio que proporciona cada empresa de telecomunicaciones, por lo cual la forma de conexión y los elementos que se utilizan para realizar la conexión entre la red de distribución y el abonado, son variables.

A continuación en las figuras 2.29 y 2.30 se ilustran las configuraciones para redes de acometidas, dependiendo del servicio que cada empresa de telecomunicaciones ofrece. [11]

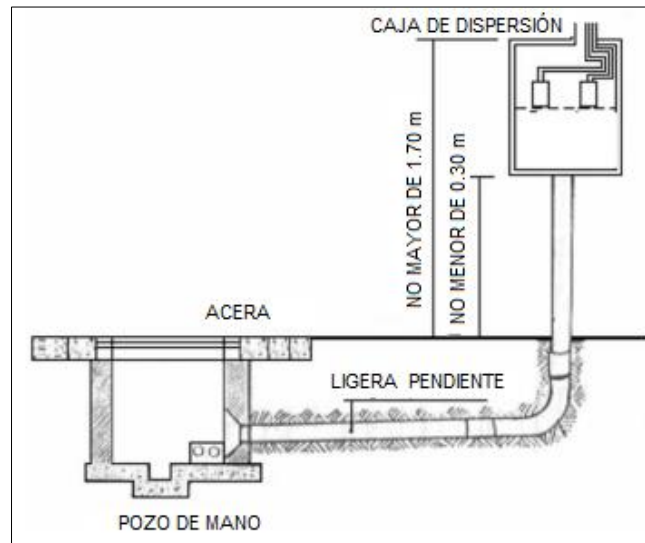


Figura. 2.29. Esquema de acometida para el servicio telefónico

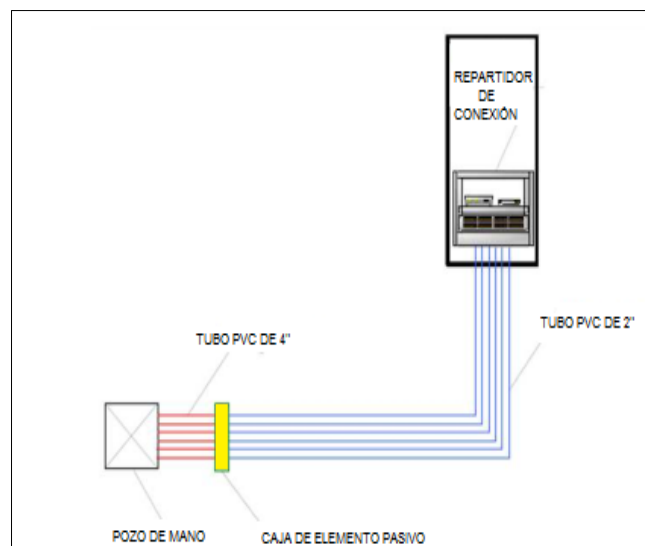


Figura. 2.30. Esquema de acometida para el servicio de Internet

CAPÍTULO 3

NORMA TÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN Y ORDENAMIENTO DE REDES DE CONECTIVIDAD DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

3.1 ANEXO TÉCNICO PARA INSTALACIONES DE REDES ELÉCTRICAS Y DE CONECTIVIDAD EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Uno de los factores que afecta de manera negativa a los atractivos de la Ciudad de Quito, es la exposición del sistema de redes aéreas de telecomunicaciones y energía eléctrica; generando así un impacto visual que afecta a su vez al medio ambiente, la plusvalía de los predios y terrenos, la integridad de transeúntes, operarios y vehículos, seguridad y calidad del servicio de telecomunicaciones a los clientes.

El soterramiento de las redes de telecomunicaciones se ha constituido en una necesidad por distintas causas, ya sea por el impacto que éstas generan sobre un entorno o por necesidades técnicas de las propias instalaciones.

La Ordenanza Municipal No. 022, establece los sectores en los cuales las redes de telecomunicaciones y energía eléctrica continuarán siendo aéreas y sectores en los cuales las redes deberán ser soterradas. Por la creciente modificación y/o ampliación de nuevas redes de telecomunicaciones, será necesario reforzar el ordenamiento aéreo, ya que por razón de costos no es

posible emplazar infraestructura subterránea en todo el Distrito Metropolitano de Quito.

Actualmente el ordenamiento de redes aéreas existentes es una temática que involucra a todos los entes del sector, así como a los principales responsables de esta problemática, por lo cual es importante contar con su intervención decidida para brindar soluciones definitivas, evitar en el futuro un colapso total de las redes de telecomunicaciones y precautelar la seguridad del sistema de distribución eléctrico.

3.1.1 Redes subterráneas

En telecomunicaciones, generalmente la transmisión ha sido de cobre, cables multipares, los cuales actualmente están siendo reemplazados por cables de fibra óptica, los mismos que aportan notablemente mejoras en la conectividad, incluyendo el uso de banda ancha.

Las ventajas de las redes subterráneas tienen relación con los bajos costos de mantenimiento y la protección de los cables, que impiden las pérdidas causadas por conexiones ilegales y proporcionan mayor seguridad y confiabilidad a los usuarios; sin embargo, los costos iniciales de inversión son mayores.

La canalización de redes de estar constituida por ductos para instalaciones de telecomunicaciones, energía eléctrica, semaforización, tanto de las empresas públicas y privadas.

La vía pública donde se va a construir los ductos, seguramente contendrá también instalaciones de otros servicios públicos como agua potable y alcantarillado, se deberá solicitar los planos de estas instalaciones a la empresa encargada de estos servicios, evitando en lo posible construir ductos en el mismo plano vertical de las otras instalaciones.

El diseño de los canales y ductos estará determinado por el tipo de vía y por el ancho de las aceras, concordante con la zonificación del sector, de acuerdo al Anexo I. Se considerará la demanda actual y futura de los servicios, previendo ductos de reserva si es factible y requerido para el futuro. [22]

De acuerdo a la Ordenanza Municipal No. 022, la zonificación para la desocupación del espacio público es la siguiente:

- **Zonas A, alta prioridad de desocupación del espacio aéreo:** son las zonas en la que resulta de alta prioridad trasladar las redes de servicio de manera inmediata del espacio público aéreo al espacio público del subsuelo.
- **Zonas B, Alta prioridad de reordenamiento del espacio aéreo:** son las zonas en las que resulta de alta prioridad el reordenamiento de redes de servicio instaladas en el espacio público aéreo que, por razones técnicas, económicas o de otra índole, no puede ser trasladadas al subsuelo en el corto y/o mediano plazo.
- **Zonas C, Alta prioridad Patrimonial y Simbólica:** son los corredores y otras áreas urbanas que están siendo intervenidos, o van a ser intervenidos de forma inmediata y a corto plazo por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y en los que los prestadores de servicios serán llamados a proceder de inmediato con los nuevos tendidos subterráneos o el ordenamiento de las Redes de Servicio, según sea el caso.
- **Zonas D, Grandes Proyectos Urbanos:** son las zonas urbanas señaladas por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito que serán sujetas a intervenciones integrales de carácter urbano y que requerirán de procesos de intervención público – privada concertados, con utilización o no de Acuerdos de Intervención.
- **Zonas E, para Intervenciones Especiales:** son las zonas en que se desarrollan aquellos proyectos de instalaciones subterráneas que siendo solicitados por el sector privado han recibido la aceptación del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito para proceder en los

términos y condiciones establecidos en la Ordenanza Municipal No. 022. Se considerarán también en esta categoría las nuevas intervenciones no previstas en el plan de zonificación, dentro del Distrito Metropolitano de Quito, que por petición de parte o decisión municipal, se decida emprender concertadamente. [29]

3.1.1.1 Tuberías de PVC para los ductos de instalación de servicios

En la construcción de los ductos de instalaciones, se utilizará tubería de PVC rígida, que es un protector de clase mono tubular, compuesto por un material termoplástico, normalizada según Normas INEN 1869 y 2227, diseñadas para instalaciones directas bajo tierra sin revestimiento de concreto, las mismas se detallan en la tabla 3.1

| Especificaciones | Medida |
|---------------------------|-----------------------|
| Diámetro nominal exterior | 110 milímetros |
| Espesor de pared uniforme | 2.7 milímetros mínimo |
| Longitud | 6 metros |

Tabla 3.1. Especificaciones de tubería PVC

Para que un ducto funcione en condiciones normales, la máxima curvatura permitida respecto al eje no debe exceder de 4 grados sexagesimales, en caso que la curvatura no encaje dentro de lo descrito, se debe construir un pozo de revisión para cambio de dirección.

La tubería no debe encontrarse destapada, ya que existen cambios bruscos de temperatura, los mismos que puede causar la separación de las uniones de la tubería.

Para proteger las tuberías PVC, se fundirá una loseta de hormigón simple de 180 kg/cm² sobre la capa de arena; además se coloca cintas

plásticas identificadores, color roja para le energía eléctrica y color azul para comunicaciones. Si existieran instalaciones de otro tipo de servicio diferente al eléctrico y de telecomunicaciones, éstas se protegerán con muretes de hormigón. [22]

Una vez que se ha concluido un tramo de canalización, se realizarán pruebas de todos los conductos que fueron construidos, la misma que consiste en utilizar un cilindro metálico que compruebe la inexistencia de deformaciones de tuberías o cual obstáculo para el tendido de redes; una vez finalizado este proceso de cilindros, se deja unas guías de alambre galvanizado, como se observa en la figura 3.1, en al menos el 25% de los ductos. [22]

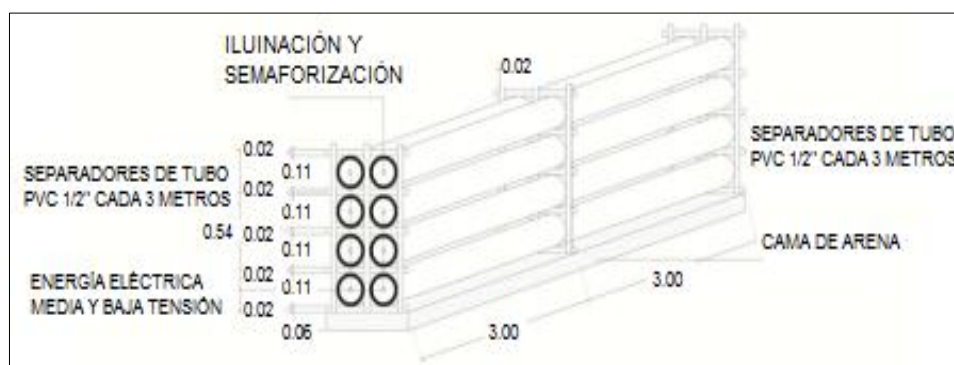


Figura. 3.1. Alineación de tubos, separadores plásticos cada 3 metros

3.1.2 Ordenamiento de redes en el período de transición de desocupación del espacio público aéreo

En este período de transición, el objetivo es no tender redes aéreas, sino desocupar el espacio público aéreo mediante el traspaso de las redes actuales hacia la infraestructura subterránea; sin embargo mientras los planes de intervención sean ejecutados, las redes aéreas deberán ser ordenadas.

Con el soterramiento de las redes eléctricas y de telecomunicaciones se tiene grandes ventajas, como incrementar la transparencia visual de las numerosas construcciones, entregando una importante armonía arquitectónica; del mismo modo se logra aumentar la seguridad vial al reducir la probabilidad

de accidentes contra postes, la integridad y continuidad del servicio de distribución eléctrico. [30]

Conforme avancen los proyectos de soterramiento, los postes se irán liberando de las redes eléctricas de media y baja tensión y de las redes de telecomunicaciones, estas últimas deben someterse a una norma de ordenamiento aéreo, con la finalidad de disminuir la contaminación visual y proporcionar seguridad a los vehículos y transeúntes.

Adicionalmente, se deberá prever en la planificación, la instalación de infraestructura subterránea para las redes de servicio en todo nuevo proyecto de urbanización o de edificación, generalmente a costo del urbanizador privado, quien traspasa a los compradores en el precio de la venta del terreno o vivienda; sin embargo, en otros casos el urbanizador soterra las redes voluntariamente, ya que esto es un atributo valorado por los futuros compradores y resulta beneficiado con un mejor entorno urbano. [21]

En resumen, todas las instalaciones aéreas serán reordenadas, usando elementos de sujeción (amarras plásticas), en los referente a redes de comunicaciones y una alternativa para redes eléctricas es la utilización del cable pre ensamblado; de igual manera las redes de acometida de comunicaciones tienen que ser empaquetadas y adosadas unas a otras. [22]

3.1.3 Redes aéreas

Los postes son los elementos más críticos por ser el soporte de la red de redes eléctricas y de telecomunicaciones, equipos, entre otros; por lo cual para la instalación de redes aéreas se debe seleccionar el correcto tipo de postes. [21].

Los postes deben localizarse en sitios coincidentes con las prolongaciones de las líneas divisorias de las propiedades o mínimo a una distancia de 6 metros de las mismas.

La altura mínima de ubicación de los conductores eléctricos, según las Normas para Sistemas de Distribución de la Empresa Eléctrica Quito, se determina en la tabla 3.2. [22]

| ALTURA MÍNIMA DE CONDUCTORES (metros) | | | | | |
|---|--------|----------------|--------------|---------------|--------------|
| TIPO DE VÍA | ZONA | SOBRE LA ACERA | | CRUCES | |
| | | MEDIA TENSIÓN | BAJA TENSIÓN | MEDIA TENSIÓN | BAJA TENSIÓN |
| Avenida de tránsito rápido | Urbana | 7 | 6,5 | 8 | No permitido |
| Avenidas principales | | 7 | 6,5 | 7 | No permitido |
| Calles | | 7 | 6 | 7 | 5,6 |
| Calles y caminos | Rural | 6 | 5,5 | 6 | 5,6 |
| Espacios abiertos sin tránsito peatonal | | | | 6 | 5 |
| Autopistas | Otros | | | 8 | No permitido |
| Carreteras | | | | 8 | 6,5 |
| Líneas férreas no electrificadas | | | | 8 | 7 |

Tabla 3.2. Especificaciones de tubería PVC

La descripción de la altura mínima de redes de telecomunicaciones respecto de las redes eléctricas, se detalla en el capítulo 1, en el numeral 1.3.2.2.1.

Dentro de los componentes propios de las redes de telecomunicaciones en planta externa se tienen los tipos de cables aéreos instalados en la postería de la EEQ y de operadoras, descritos en el capítulo 1, en el numeral 1.2.1.

A continuación en la tabla 3.3, se detalla las diferentes aplicaciones de los cables aéreos de telecomunicaciones. [22]

| Tipo de cable | Aplicación |
|--|---|
| Cable coaxial 750 1/2" (19mm) | En redes aéreas de televisión por cable |
| Cable coaxial P3-500JCAM 1/2" (13mm) | |
| Cable coaxial P3-500 sin mensajero 1/2" (13mm) | |
| Cable coaxial RG-11 (10mm) | En redes aéreas que brindan el servicio de transmisión de datos y televisión por cable |
| Cable coaxial RG-6 | |
| Cable coaxial RG-59 | |
| Cable ADSS 4 a 96 hilos | Son los cables de fibra óptica usados en redes aéreas para el servicio de voz, datos y/o video |
| Cable figura ocho 4 -96 hilos | |
| Cable multipar aéreo de 6 - 150 pares | Son cables de cobre. Se usan comúnmente para el servicio de telefonía fija, transmisión de datos e IPTV |
| Par trenzado (2 hilos trenzado) | En el sistema de telefonía fija y en las redes de transmisión de datos. |

Tabla 3.3. Aplicaciones de tipos de cables de telecomunicaciones

Actualmente en determinados sectores de la ciudad de Quito, existe una base - soporte que fue diseñada para ordenar las redes de telecomunicaciones, la misma es de 5 vías, como se observa en la figura 3.2; este nuevo tipo de soporte fue diseñado para normar la identificación de las redes, seguridad y estética.



Figura. 3.2. Herraaje de cinco vías

En caso que las empresas operadoras requieran compartir las bases – soportes para ordenar sus redes, se debe equilibrar físicamente el espacio utilizado y sus cables tienen que estar correctamente asegurados.

La base – soporte de 5 vías está estructurada de la siguiente forma [22]:

- 6 herrajes tipo A
- 10 herrajes tipo B
- 5 herrajes tipo C
- 5 herrajes tipo D
- 1 base

Sin embargo, con la práctica se determinó que con esta base – soporte, no se obtuvieron resultados de ordenamiento de redes de telecomunicaciones, ya que las empresas operadoras no respetaban su lugar de anclaje y al momento de empaquetar sus cables no se lograba una reducción visual de los mismos; por lo cual la EEQ en sus proyectos piloto de ordenamiento de redes ha optado por realizar la actividad de compactación de herrajes, es decir disminuir los herrajes sobrantes y juntar los cables de las diferentes operadoras en un grupo, de manera que cuando las mismas eran empaquetadas se lograba un único elemento visual, tal como se observa en las figuras 3.3 y 3.4



Figura. 3.3. Redes de telecomunicaciones sin empaquetar en la Av. Eloy Alfaro



Figura. 3.4. Redes de telecomunicaciones empaquetadas en la Av. Eloy Alfaro

3.1.3.1 Requerimientos técnicos para la instalación de redes de telecomunicaciones en planta externa

- **Cables:** La reserva de cables entre postes se puede dejar siempre y cuando formen una figura 8 y cosidas o tejidas, es decir, no se pueden dejar reservas de cables en los postes en rollo. [22]
- **Elementos activos y pasivos:** en un poste puede instalarse máximo una caja de dispersión y una fuente de poder, en caso de estar instalados estos dos equipos, la caja de dispersión se colocará hacia la vía y la fuente de poder hacia la edificación.

Para aceras mayores a 1,20 metros de ancho, máximo se ubicarán dos cajas de dispersión por poste, una en la parte frontal y otra en la parte posterior, las mismas estarán ubicadas a 10 centímetros de la base – soporte para el ordenamiento de las redes de telecomunicaciones.

Para aceras menores a 1,20 metros de ancho, se instalará una sola caja de dispersión en la parte frontal y ubicada a la misma distancia que la anterior descrita.

Los elementos pasivos, se instalarán a los lados del poste y serán ubicados mínimo a una distancia de 40 centímetros del poste, con excepción de las cajas de dispersión descritas anteriormente.

En un poste no se pueden instalar mangas, amplificadores y nodos. Se debe instalar máximo un elemento activo por cada lado del poste; mientras que en postes donde existan equipos de transformación, protección y seccionamiento no se pueden instalar elementos activos o pasivos. [22]

- **Redes de telecomunicaciones:** Es necesario en lo posible evitar el cruce de avenidas con redes, en caso de ser estrictamente indispensable colocarlo, se debe centralizar a un poste mínimo de 11,50 metros de altura.

No se debe utilizar elementos que constituyen parte del sistema de distribución eléctrico, para apoyo de líneas u otros elementos que pertenecen a las redes de telecomunicaciones.

No se debe realizar el apoyo de líneas u otros elementos del servicio de telecomunicaciones en postes ornamentales, en postes o torres de transmisión y subtransmisión de energía eléctrica, así como en sectores en los cuales la EEQ tiene redes de distribución eléctrica subterránea. [22]

- **Redes para servicio a abonados:** estas redes deben instalarse desde el poste más cercano e ir adosadas unas a otras.

Cuando el poste se encuentra en la misma acera, la altura mínima será de 3 metros; mientras que si es el caso de existir cruce vía la altura mínima de la red de acometida será de 5 metros. [22]

- **Postes ornamentales:** en los proyectos de soterramiento, los postes de hormigón serán cambiados por postes ornamentales, como se observa en la figura 3.5, es decir, las instalaciones de los servicios de energía eléctrica y de telecomunicaciones serán construidas por infraestructura subterránea (ductos). [22]



Figura. 3.5. Postes ornamentales en proyectos de soterramiento

3.2 PROPUESTA DE NORMA TÉCNICA PARA INSTALACIÓN Y ORDENAMIENTO DE REDES PARA CONECTIVIDAD DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Esta propuesta se basa en las mejores prácticas que se han desarrollado para este tipo de redes y recoge también las opiniones de los participantes de la industria.

3.2.1 Redes aéreas

3.2.1.1 Título I: Objeto, responsabilidad y definiciones

Objeto y ámbito de aplicación.- La presente propuesta de Norma Técnica tiene como objeto, normar la instalación, despliegue, identificación, ordenamiento y reubicación de las redes alámbricas aéreas de servicios de telecomunicaciones; como resultado de interacción con los operadores y recogiendo sus inquietudes, se espera que esta propuesta sea acogida por la autoridad regulatoria y puesta en ejecución, con la finalidad de obtener los resultados orientados al despliegue de redes de telecomunicaciones en forma técnica y ordenada.

Restricción de despliegue y Responsabilidad.- Los Prestadores de Servicio de Telecomunicaciones tendrán la responsabilidad de mantener permanentemente en orden, buen estado su infraestructura, proceder a la reparación inmediata de sus redes cuando sea necesario y realizar mantenimiento preventivo y correctivo de sus redes.

Sólo podrán tender y desplegar redes alámbricas aéreas de telecomunicaciones y construir e instalar infraestructura necesaria los Prestadores de servicios de Telecomunicaciones que han obtenido previamente los títulos habilitantes correspondientes de conformidad con lo establecido en el marco jurídico vigente.

3.2.1.2 Título II: Derechos de los prestadores de servicios

Los Prestadores de servicios tendrán derecho a lo siguiente:

- a) Desplegar la infraestructura y las redes aéreas de telecomunicaciones necesarias para la prestación de los servicios, con sujeción a lo dispuesto con el ordenamiento jurídico vigente.

- b) Reportar e informar al organismo técnico de control de telecomunicaciones sobre las limitaciones o prohibiciones que se encuentren en los procesos de despliegue de redes e infraestructuras.
- c) Recurrir al Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información en caso de encontrar trabas administrativas por parte de los gobiernos autónomos descentralizados y empresas eléctricas para la aplicación de la presente norma para la coordinación respectiva.

3.2.1.3 Título III: Obligaciones de los prestadores de servicios

Los Prestadores de servicios deberán observar las siguientes obligaciones:

- a) Cada operador debe identificar a sus empleados y contratistas en trabajos de obra.
- b) Identificar sus redes de conformidad a los criterios técnicos establecidos en el presente documento.
- c) Unificar el tendido de redes de telecomunicaciones a través de procesos de ordenamiento y reubicación (Anexo II y III) de redes de conformidad con lo establecido en este documento.
- d) Mitigar el impacto visual que genera el tendido de redes aéreas, conforme a lo establecido en el presente documento y en ordenamiento jurídico vigente.
- e) Efectuar los trabajos de instalación, mantenimiento preventivo y correctivo de su red, cumpliendo las normas de seguridad industrial vigentes.

- f) Retirar la red de distribución y red de servicio a abonados (acometidas) que actualmente no mantienen usuarios.
- g) Notificar a las autoridades competentes de la ejecución de trabajos relacionados con acometidas, reemplazo, mantenimiento o retiro de cables.
- h) Denunciar la instalación clandestina de redes aéreas de telecomunicaciones a las autoridades competentes.
- i) Los prestadores de servicios deberán entregar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, a las Empresas Propietarias de Postes y a la entidad competente de espacio público, la georreferenciación de sus redes en un período anual y sus modificaciones y/o ampliaciones en forma trimestral.

3.2.1.4 Título IV: Lineamientos técnicos de ordenamiento y despliegue de redes alámbricas aéreas

Uso de postes.- En un poste la ubicación de las redes alámbricas aéreas será en forma descendente de la siguiente manera:

- Red de energía eléctrica de media tensión
 - Red de energía eléctrica de baja tensión
 - Red de energía eléctrica de alumbrado público
 - Redes de telecomunicaciones
- a) La distancia de separación vertical respecto al piso, de las redes de telecomunicaciones deberá ser mínimo de 5 metros y en cruces de vías de 6 metros; además, deberán ser instaladas a un mínimo de 40 centímetros debajo del tendido eléctrico de baja tensión.

- b) Para el despliegue de redes de telecomunicaciones, no se podrá utilizar para su apoyo los elementos y accesorios activos que forman parte de la infraestructura del sistema de distribución eléctrico.
- c) Las redes de telecomunicaciones de una misma operadora tienen que instalarse en su respectivo herraje, estar empaquetadas, adosadas e identificadas con su respectiva etiqueta.
- d) Al momento de realizar la actividad de empaquetamiento de las redes de telecomunicaciones existentes, se lo efectuará máximo en tres tendidos agrupados: un empaquetamiento para las empresas públicas, otro para las empresas del sector privado y el último para redes de servicio a abonados (acometidas); teniendo en cuenta que el apoyo de los cables se lo realizará mediante la instalación de un herraje de acuerdo a sus requerimientos.
- e) Se puede dejar reserva de cables entre postes formando una figura 8 y cosidas o tejidas, esta reserva tendrá como máximo una longitud de 8 metros, será instalada a 1 metro alejada del poste y no podrá coincidir con la reserva ni elemento pasivo o activo de otro prestar de servicios de telecomunicaciones.
- f) No se permitirá la instalación de más de dos cables de red de distribución por cada empresa propietaria de redes aéreas de telecomunicaciones.
- g) La tensión mecánica aplicada a los cables, no podrá exceder en ninguna circunstancia el estándar establecido por las empresas propietarias de los postes.
- h) En postes en los cuales existan equipos de transformación, protección y seccionamiento eléctrico se podrán instalar

únicamente cables es decir, no está permitido colocar elementos activos y/o pasivos de la red de telecomunicaciones.

- i) En ningún caso se autorizará la instalación de un equipo de gran volumen (elementos activos) en los postes, es decir, estos equipos deberán ser colocados en el suelo o ser instalados en infraestructura subterránea, previa autorización del organismo competente de administración de espacio público.
- j) No está permitida la instalación de cámaras de video vigilancia y sus equipos de monitoreo en los postes de servicio eléctrico, únicamente el tendido de red, las mismas deberán ser colocadas en los predios o a su vez en postes propios, previa autorización del propietario del predio o a su vez del organismo competente de administración de espacio público.
- k) No está permitido la instalación de cajas terminales o de derivaciones en postes con transformadores u otros equipos.
- l) Las puestas a tierra de las redes de telecomunicaciones no deben coincidir en el mismo poste con las puestas a tierra de la red eléctrica.
- m) En lo posible se deberán evitar cruces aéreos de cables, sin embargo en aquellos casos donde la factibilidad técnica no lo permita, se construirán dichos cruces en forma perpendicular, con el menor impacto visual posible. Además queda prohibido el cruce de redes sobre las líneas de alimentación del sistema trolebús y de los sistemas de transporte público como: ecovía y metrobus.
- n) En los sitios donde existe transición aérea a subterránea (bajantes), se construirá la respectiva infraestructura bajo responsabilidad y costo del prestador de servicios. Las bajantes

instaladas en los postes de energía eléctrica y que vayan a ser compartidas entre los proveedores de servicios de telecomunicaciones, estarán constituidas por tubería EMT de hasta 4 pulgadas con una altura máxima de 5 metros. Las referidas bajantes deberán estar adosadas al poste y fijadas mediante cintas o flejes.

- o) Las redes aéreas tienen que instalarse en los herrajes correspondientes en forma organizada, deberán estar adosadas, identificadas y empaquetadas.
- p) No se podrá utilizar postes que sirven exclusivamente de alumbrado público (incluye postes de hormigón y ornamentales, o torres de subtransmisión y transmisión de energía eléctrica, para el tendido de las redes de telecomunicaciones.
- q) En aquellos casos en los cuales se ha procedido al empaquetamiento de las redes de telecomunicaciones, los prestadores de servicios podrán desplegar nuevos cables dentro del paquete existente; cualquier cable fuera del empaquetamiento respectivo será considerado clandestino.
- r) Los elementos pasivos deberán ser instalados como máximo en un número de dos por poste y que no pertenezcan a una misma operadora.
- s) En lugares en los cuales exista infraestructura subterránea para redes de telecomunicaciones, queda prohibido desplegar cableado aéreo.
- t) Las mini antenas RF o mini celdas Celulares (incluye sus equipos) que requieran conexiones físicas, deben ser instaladas

en postes independientes, que serán provistos por la operadora requirente mediante autorización del organismo competente.

- u) En caso de que se requiera instalación de elementos adicionales para el tendido de redes aéreas alámbricas, el prestador de servicio que primero ingrese a realizar el trabajo deberá asumir el costo de dichos elementos; los cuales serán distribuidos posteriormente entre los otros prestadores de servicio que soliciten el uso, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Compartición de infraestructura.
- v) Para la instalación aérea de redes en puentes peatonales se usará tubería de 110 milímetros (4") o mangueras de 2" adosada, dependiendo de la capacidad de su red, con sus respectivos accesorios que garanticen la seguridad de las redes y del peatón.
- w) La distancia mínima de separación entre redes de telecomunicaciones y los predios será de 1 metro, en caso de no conseguir esta distancia se deben instalar brazos en los postes; sin embargo, es necesario considerar que no se puede instalar brazos en postes donde existan equipos de protección, transformación y seccionamiento.

Herrajes.- son elementos generalmente metálicos que se utilizan para fijar los cables a los postes. Los prestadores de servicio deberán utilizar herrajes que se instalarán a los postes mediante el uso de collares o zunchos metálicos, y bajo ningún concepto se perforará de manera alguna los postes, ni se provocará daños a los cables.

Se usarán dos tipos de elementos de sujeción, uno de anclaje y otro pasante, todos de acero galvanizado, que no provoquen ningún tipo de daño ni al cable, ni al poste. La tensión mecánica aplicada a los postes, no podrá exceder en ninguna circunstancia los parámetros establecidos por las Empresas Propietarias de los Postes.

Precintos plásticos o cinta de amarras.- serán contruidos en material termoplástico, apto para utilización a la intemperie de color negro con aditivo ultravioleta que los proteja de los rayos solares.

No se debe usar precintos metálicos plastificados o con recubrimiento de PVC debido a que no garantizan la resistencia a la intemperie, debiéndose descartar el empleo de materiales alterables por la humedad, radiación solar y otras condiciones climáticas desfavorables. Los precintos plásticos estarán diseñados con dispositivo de cierre que asegure una constante presión sobre la cremallera de ajuste.

Identificación de las redes.- La identificación es obligatoria, debiendo cada prestador de servicios hacerlo para todos los elementos activos y pasivos de su red y por cable en cada poste.

Los criterios para la identificación de los prestadores de servicio son los siguientes:

- a) El ente regulador debe asignar el código de colores de identificación a los Prestadores de servicios de telecomunicaciones.
- b) Para la identificación de cada una de las redes (incluye únicamente red de distribución) se utilizará una etiqueta que recubra el cable de las siguientes dimensiones:
 - Largo: 10 a 12 centímetros
 - Ancho: 5 a 8 centímetros
 - Espesor: 1 a 3 milímetros
- c) Los datos mínimos que debe contener esta etiqueta son:
 - Nombre de la Empresa

- Tamaño mínimo de la letra de 1 centímetro
 - Número telefónico del propietario de la red de telecomunicaciones
- d) Esta identificación debe presentarse en forma clara y distinguible con colores únicos, que permitan diferenciar la red de otros prestadores y que sean perdurables con el tiempo.
- e) Esta identificación debe encontrarse en cada poste con el rotulado, sea al costado derecho o izquierdo del poste y en puntos significativos y visibles de la red.
- f) Deberán identificarse también otros elementos de la red aérea, tales como: cables de acometida, elementos activos y pasivos; para lo cual el operador podrá usar otros tipos de identificación tales como adhesivos que eviten la aglomeración de identificadores, conforme al código de colores asignado.

Empaquetamiento.- El empaquetamiento de redes deberá considerar lo siguiente:

- a) Conforme a la factibilidad técnica, las amarras plásticas o precintos se colocarán cada 250 centímetros o menos para garantizar la uniformidad del elemento visual.
- b) En caso de nueva infraestructura de postes las empresas de servicios deberán colocarse en los herrajes superiores disponibles y/o instalación de nuevos herrajes; el herraje superior será para el primer operador en instalar.

Redes para servicio a abonados (acometidas).- La instalación de las líneas de acometida está condicionada al lugar en que se vaya a instalar, a los materiales que se van a emplear y a las normas de instalación.

Pueden ser instaladas en fachadas, en líneas de postes o en canalizaciones subterráneas. Los cables de acometida a los predios de los clientes en zonas urbanas utilizarán en su recorrido un máximo de 150 metros y deberán ser instalados cumpliendo los estándares de calidad de cada empresa.

Las acometidas de todos los servicios respetarán las siguientes reglas:

- a) Irán agrupadas y adosadas unas a otras independientemente si son coaxiales, multipar o fibra óptica, siguiendo trayectorias verticales y/u horizontales, sin inclinaciones y con el recorrido más corto posible hasta llegar al punto de servicio.
- b) La primera empresa que realice la acometida a un predio deberá gestionar con el dueño del inmueble, el sitio adecuado para el ingreso de cables para la respectiva acometida conforme al literal anterior.
- c) Los Prestadores de servicios que posteriormente vayan instalando sus servicios deberán adosarse a la primera y empaquetar el conjunto de cables de todos los prestadores de servicio existentes.
- d) Los prestadores de servicios serán los responsables del retiro de sus redes que ya no sean usadas por los abonados, en casos de cambios de domicilios, terminación del servicio y otros.
- e) Las acometidas no deben cruzar avenidas ni calles que tengan postería en las dos aceras.
- f) Para el caso de edificios con ductería vertical interna.- se debe diseñar un ducto vertical exclusivo para los cables del edificio.

Las instalaciones de cada departamento se derivan de la vertical internamente, desde la regleta o, por la fachada en los casos en que las condiciones no lo permitan, conforme previo acuerdo con la administración del edificio.

- g) Para el caso de edificios sin ductería vertical interna, con acceso disponible por la terraza.- la acometida principal se acopla a la fachada del edificio, mediante herrajes y sube hasta la terraza, sujeto con grapas.

En la terraza se ubicará una regleta de salidas múltiples. Las instalaciones independientes, partirán de este elemento hasta cada departamento mediante un conducto central (acceso a escaleras, patio, etc.) o mediante derivaciones adosadas a los laterales de la edificación, tratando en lo posible que pasen a través de las juntas.

- h) Para el caso de edificios sin ductería vertical interna y sin acceso disponible a la terraza.- Debido a que los elementos de derivación son elementos para interior se los instalará en el volado del edificio (si lo tuviese), en el soportal o hall de ingreso.

Para los departamentos centrales, en caso de que en un mismo piso existan más de 2, la acometida será lo más vertical posible, evitando giros innecesarios.

- i) Para viviendas de dos plantas.- las acometidas se agrupan, mediante amarras, todas las instalaciones que parten de un mismo punto y se sujetan mediante pernos a las fachadas de las viviendas o a los cables mensajeros, en los casos que se requieran giros de 90°.
- j) Para viviendas de una planta.- si éstas son de baja altura, se instalará una tubería EMT con reversible para ganar altura a nivel

de 4,50 hasta 5,50 metros y evitar que los cables de las instalaciones se apoyen sobre líneas telefónicas o eléctricas.

- k) Para nuevo tendido de red de servicio a abonados, se deberá reemplazar las acometidas independientes por acometidas múltiples.
- l) Cuando el predio esté ubicado en la misma acera del poste, la altura mínima de ingreso al mismo será de 3 metros; mientras que si el predio está ubicado en la acera opuesta del poste (cruce), la altura mínima de ingreso al mismo será de 5 metros.

Puesta a tierra.- La puesta a tierra de las redes aéreas de los prestadores de servicio cumplirán las siguientes reglas:

- a) Se deben aterrizar todas las estaciones donde existan dispositivos activos.
- b) Todos los dispositivos de un operador ubicados en un mismo poste se aterrizarán con un solo sistema de puesta a tierra.

3.2.1.5 Título V: Reordenamiento de Redes de Telecomunicaciones aéreas

Para el reordenamiento de redes de telecomunicaciones aéreas que a la fecha se encuentran desplegadas, deberán sujetarse a lo dispuesto por la presente normativa y se lo realizará de la siguiente forma:

- a) El MINTEL en cooperación con entes reguladores del espacio público y propietarios de postes y con la participación de los operadores, deberá elaborar un plan de intervención de reordenamiento redes alámbricas aéreas, a nivel nacional y en forma anual.

- b) El plan de intervención deberá especificar un máximo de kilómetros para la ciudad de Quito y deberá contener una priorización zonal y considerar los presupuestos respectivos.
- c) En caso de que alguna de las operadoras no cumpla con el reordenamiento aéreo dispuesto en el Plan de Intervención, las mismas están sujetas a las sanciones establecidas en el ordenamiento jurídico vigente.

3.2.2 Redes soterradas

Esta propuesta recoge las mejores prácticas que se han desarrollado para el despliegue de este tipo de redes.

3.2.2.1 Título I: Objeto y ámbito

Determinar las características técnicas que se deben aplicar en la construcción de la obra civil para el soterramiento de redes físicas de telecomunicaciones, así como los materiales que se deben utilizar en ellas.

Las disposiciones se aplicarán a las actividades públicas o privadas de instalación y construcción de redes subterráneas de telecomunicaciones dentro del territorio ecuatoriano.

3.2.2.2 Título II: Generalidades

Las distancias de separación mínimas entre ductos de los distintos servicios, deberán ser respetadas, sin que se existan distorsiones en la señal ni se afecta a la seguridad de otros servicios como: eléctricos, telecomunicaciones, semaforización, alcantarillado, entre otros, como se puede observar en la figura 3. 6.



Figura. 3.6. Distribución de instalación de servicios

La canalización para la instalación de redes de telecomunicaciones, tanto para personas naturales o jurídicas, empresas públicas y privadas que instalen estas redes debe estar constituida por arreglos de ductos.

El arreglo de ductos para el soterramiento de redes eléctricas y alimentación de semaforización, deberá estar emplazado en la parte exterior de las aceras (lado de los bordillos), para facilitar la alimentación semafórica y de alumbrado público; mientras que, al interior de la acera se ubicará el arreglo de ductos para telecomunicaciones.

El arreglo de ductos para telecomunicaciones se estacionará en cámaras de revisión aisladas de las cajas de revisión eléctrica y, en casos en los que la acera sea muy angosta (menor a 1,50 metros), el arreglo de ductos tendrá disposición vertical, para telecomunicaciones se ubicará en la parte superior del conjunto de ductos eléctricos, dejando independencia para el manejo de cables de cada una de los servicios y con las condiciones de seguridad necesarias, como se observa en la figura 3.7.

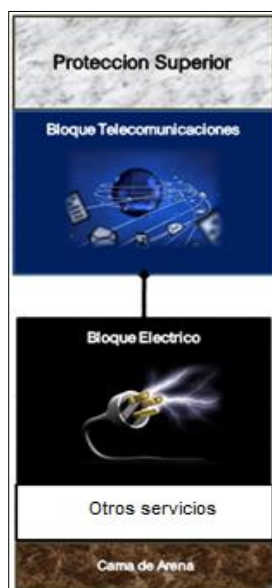


Figura. 3.7. Distribución de instalación de servicios en aceras a 1,50 metros

El arreglo de ductos terminará en las cámaras de revisión, las que serán compartidas por todos aquellos que utilicen los ductos para el tendido de redes de telecomunicaciones; considerando que los cables de energía eléctrica pasarán en ductos separados, cuyos empates se deberán emplazar en cajas de revisión independientes, colocadas junto al ducto, para que de allí se construyan las acometidas eléctricas domiciliarias.

Los empalmes de los cables de telecomunicaciones se realizarán en las cámaras de revisión, que se construirán antes o después de las cajas de energía eléctrica, según la longitud del tramo y las características del terreno. Las acometidas domiciliarias se realizarán directamente desde los pozos.

Las cámaras de revisión se ubicarán preferiblemente en las esquinas de las manzanas, dependiendo de la densidad de usuarios de los servicios de telecomunicaciones, siendo 50 metros la distancia máxima entre cámaras. Las cámaras de revisión serán compartidas entre todos aquellos que utilicen la infraestructura subterránea para la instalación de sus redes.

El diseño de la canalización y arreglo de ductos estará determinado por la densidad de la demanda de usuarios de los servicios a soterrarse, el tipo de vía y por el ancho de las aceras, concordante con la zonificación del sector, en

sectores urbanos. Se considerará la demanda actual y futura de los servicios, previendo ductos de reserva si es factible y requerimientos futuros. En el diseño de redes a ser soterradas, deberá utilizarse topologías tales como: anillo, malla, estrella, o híbridas que garanticen la conectividad y continuidad del servicio y proveer al menos una ruta alternativa al enlace principal.

3.2.2.3 Título III: Tipos de arreglos de ductos para redes de telecomunicaciones

Dependiendo de la densidad de usuarios de los servicios a soterrarse, la demanda actual y futura de los servicios, es decir, considerar ductos de reserva, en la tabla 3.4 se clasifican los siguientes tipos de arreglos de ductos:

| Tipo de arreglo | Características | Uso |
|-----------------|---|---|
| Tipo A | Arreglo de 2x2 ductos de 110mm y 2 triductos (1 ½") ubicados en paralelo vertical a los ductos principales. | Zonas comerciales con menor demanda y proyección de crecimiento en cuanto a servicios de telecomunicaciones * |
| | | Zonas residenciales menos densamente pobladas con escasa demanda de servicios de telecomunicaciones |
| | | Para el sistema vial urbano |
| | | Calles Secundarias |
| Tipo B | Arreglo de 3x2 ductos de 110mm y 3 triductos (1 ½") ubicados en paralelo vertical a los ductos principales | Zonas comerciales con menor demanda y proyección de crecimiento en cuanto a servicios de telecomunicaciones * |
| | | Para el sistema vial urbano |
| Tipo C | Arreglo de 3x3 ductos de 110mm y 3 triductos (1 ½") ubicados en paralelo vertical a los ductos principales acorde | Zonas densamente pobladas en zonas urbanas comerciales, donde exista gran demanda de servicios de telecomunicaciones. |
| | | Zonas residenciales densamente poblada con creciente demanda de servicios de telecomunicaciones |

| | | |
|--------|---|---|
| Tipo D | Arreglo de 4x2 ductos de 110mm y 4 triductos (1 ½") ubicados en paralelo vertical a los ductos principales | Zonas densamente pobladas en zonas urbanas comerciales, donde exista gran demanda de servicios de telecomunicaciones |
| | | Zonas residenciales densamente poblada con creciente demanda de servicios de telecomunicaciones |
| Tipo E | Arreglo de 1x6 ductos de 110mm y 2 triductos (1 ½") ubicados en paralelo vertical a cada lado del arreglo de los ductos principales | Para zonas comerciales con menor demanda y proyección de crecimiento en cuanto a servicios de telecomunicaciones. En el caso de no tener factibilidad de realizar una zanja profunda por la existencia de otro tipo de canalización |

Tabla 3.4. Tipos de arreglos de ductos

3.2.2.4 Título IV: Zonificación del sistema vial urbano y suburbano

En la tabla 3.4 se detalla las vías urbanas y suburbanas de acuerdo a sus características:

| Sistema vial urbano | |
|-----------------------------|--|
| Tipo de vía | Características |
| Vías expresas | Conforma la red vial básica urbana y sirven al tráfico de larga y mediana distancia, garantizan altas velocidades de operación y movilidad y soportan grandes flujos vehiculares, sirven a la circulación de líneas de buses interurbanas, provinciales o regionales |
| Vías arteriales principales | Permiten la articulación directa entre generadores de tráfico principales (grandes sectores urbanos, terminales de transporte, de carga o áreas industriales), proveen una buena velocidad de operación y movilidad y admiten la circulación de importantes flujos vehiculares |
| Vías arteriales secundarias | Distribuyen el tráfico entre las distintas áreas que conforman la ciudad; por tanto, permiten el acceso directo a zonas |

| | |
|---|--|
| | residenciales, institucionales, recreativas, productivas o de comercio en general. Sirven principalmente a la circulación de líneas de buses urbanos, pudiendo incorporarse para ello carriles exclusivos, permiten buena velocidad de operación y movilidad. |
| Vías Colectoras | Permiten acceso directo a zonas residenciales, institucionales, de gestión, recreativas, comerciales de menor escala, favorecen los desplazamientos entre barrios cercanos, permiten una razonable velocidad de operación y movilidad, el volumen de tráfico es bajo. |
| Vías Locales | Se ubican generalmente en zonas residenciales. Sirven exclusivamente para dar acceso a las propiedades de los residentes y sus vehículos, siendo prioridad la circulación peatonal, no acepta vehículos pesados. |
| Vías peatonales | Estas vías son de uso exclusivo del tránsito peatonal. Eventualmente, pueden ser utilizadas por vehículos de residentes que circulen a velocidades bajas (acceso a propiedades), y en determinados horarios para vehículos especiales como: recolectores de basura, emergencias médicas, bomberos, policía, mudanzas, etc. |
| Ciclovías | Están destinadas al tránsito de bicicletas y, en casos justificados a motocicletas de hasta 50 cc. |
| Escalinatas | Son aquellas que permiten salvar la diferencia de nivel generalmente entre vías o como acceso interno a las parcelas, utilizando para ello sistemas de gradas o escalinatas. Obviamente la circulación es exclusivamente peatonal. |
| Sistema vial suburbano | |
| Conocido también como sistema de carreteras, es el sistema establecido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas | |

Tabla 3.5. Zonificación del sistema vial Urbano y Suburbano

3.2.2.5 Título V: Normas Técnicas Constructivas de la canalización de ductos, cámaras y cajas de revisión

Localización de la canalización para arreglo de ductos, cámaras y cajas de revisión.- Las rutas de las canalizaciones y la ubicación de las cámaras y cajas de revisión deberán ser construidas de acuerdo con la aprobación de los proyectos por parte de la entidad competente.

De ser factible se realizará el escaneo de infraestructura subterránea, para determinar la disponibilidad de espacio para la construcción de canalizaciones, mientras que en el caso de no ser factible el escaneo, zanjas pilotos se excavarán, con el fin de verificar que la localización de una ruta, una cámara, etc., sea la apropiada.

- **Ubicación de los ductos:** deberá realizarse garantizando la libre circulación peatonal y de vehículos, tanto durante la construcción, como en la utilización, en la instalación y mantenimiento de los sistemas, para lo cual se tomarán las siguientes consideraciones:
- **Ubicación en aceras:** Para la ubicación del eje de la canalización para la instalación del arreglo de ductos para los servicios de telecomunicaciones, se considerará el ancho de la acera, el tipo de arreglo de ductos a ser instalado y consecuentemente su zonificación.
- **Ubicación en la calzada:** Para los casos en los cuales no exista disponibilidad de espacio en las aceras para la instalación del arreglo de ductos, en casos excepcionales se utilizará la calzada.
- **Ubicación en puentes:** Para el caso de puentes en construcción, cruces de pasos a desnivel, ríos, etc., el arreglo de ductos se ubicará siguiendo uno de los costados más exteriores del puente, en el cual la canalización debe ir adherida al puente con una manguera de 2" o un

ducto de 4" dependiendo la demanda de servicios de telecomunicaciones.

Construcción de canalizaciones: Antes de iniciar la excavación se ubicará el sitio donde se ejecutarán las obras, siguiendo los detalles indicados en los planos aprobados para el efecto.

- **Formas de zanjas:** Para zanjas que tienen una profundidad inferior a 1,50 metros, con sección rectangular, las paredes deberán cortarse y mantenerse verticales. El fondo tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de arena de 6 centímetros, consiguiendo un piso regular y uniforme, de tal manera que al colocar la tubería, esta se apoye en toda su longitud.

Para todas aquellas excavaciones con profundidad superior a 1.50 metros, la excavación se ejecutará con taludes inclinados, proporcionando una forma trapezoidal a la sección, procurando que las paredes sean estables y en ninguna circunstancia, con pendientes mayores de 60 grados.

De acuerdo con los requerimientos, tipo de acera, tipo de arreglo de ductos y pasos de calzada, existen diferentes dimensiones de zanjas para la colocación de los ductos constituidos por las tuberías PVC, para las redes de energía eléctrica, semaforización, telecomunicaciones, entre otros.

Construcción de cámaras de revisión: la excavación de cada cámara de revisión debe estar completamente terminada para iniciar la colocación de hormigón de la base. A medida que avance la excavación se debe ejecutar retiros parciales de escombros. La excavación deberá realizarse en un área mayor a la de la cámara a construirse, de tal manera que, de la cara exterior de la cámara al talud de la excavación, exista menos 20 centímetros de separación, para garantizar un mejor relleno y compactación.

Cajas de mano: para cubrir las necesidades técnicas de telecomunicaciones, para las acometidas, estas cajas deberán ser construidas de las siguientes dimensiones: 60 centímetros por lado x 40 centímetros de profundidad, con paredes de hormigón y/o ladrillo, tapa de hormigón con sello metálico de identificación del servicio.

3.2.2.6 Título VI: Elementos activos y pasivos de telecomunicaciones

Elementos activos: Los elementos activos son equipos electrónicos que no pueden ser instalados en cámaras de revisión y lugares con humedad ya que afectarían su funcionamiento, serán colocados en los cuartos de comunicación instalados en los edificios o conjuntos residenciales.

Únicamente en casos excepcionales en los cuales no se disponga de espacio suficiente en los cuartos de comunicaciones, se instalarán cajas para elementos activos sobre el nivel del suelo, al realizar una instalación subterránea de este tipo de redes.

Estas cajas tendrán forma de paralelepípedo y en su interior estarán compuestas por barras metálicas, las cuales soportarán a los equipos que se instalen en estas cajas.

Este tipo de cajas deberá empotrar sobre una base de hormigón, adosada a la pared de un predio, para garantizar la continuidad del servicio, la integridad de la infraestructura y la seguridad peatonal.

Elementos pasivos: Los elementos pasivos como son acopladores de red, ecualizadores, taps y splitters, al igual que los elementos activos son equipos electrónicos que no pueden ser instalados en cámaras de revisión y lugares con humedad ya que afectarían su funcionamiento, por lo que serán colocados en los cuartos de comunicación y solo en casos excepcionales

cuando no se disponga del espacio necesario en los cuartos de comunicación se colocarán en cajas similares a las de elementos activos.

Este tipo de cajas a más de alojar a los elementos pasivos, también cumplen la función de ser el nexo físico de donde se derivará la señal de telecomunicaciones hacia los usuarios.

3.2.2.7 Título VII: Características de los cables para instalación subterránea

Los propietarios de redes de telecomunicaciones deberán utilizar cables que posean el revestimiento externo diseñado para soportar esfuerzos a los que estarán sometidos en el momento de ser canalizados; entre otros cables de fibra óptica para instalación subterránea PVP, cables multipar para canalizado ELAL-JF y cable coaxial flexible, como fueron descritos en el capítulo II, en el numeral 2.4.1.2.

3.2.2.8 Título VIII: Acometidas de redes de servicios de telecomunicaciones

Para la acometida subterránea de redes de telecomunicaciones a edificios o residencias, se deberán usar ductos flexibles o rígidos, corrugados o lisos de PVC, de color gris.

Los propietarios de redes de servicios de telecomunicaciones deberán compartir la infraestructura de ductos que son parte de la red de acometida, los cuales llegarán hasta los cuartos de comunicación o gabinetes ubicados en los predios.

De acuerdo con el número de vivienda, oficinas o locales comerciales, existentes en los predios, se instalará lo siguiente:

- **En predios con máximo 4 unidades de vivienda, oficinas o locales comerciales:** En acometidas, deberá apegarse al uso preferentemente de fibra óptica, en el predio se instalará un gabinete de comunicación, el mismo que estará conectado con la cámara de revisión más cercana, que estará a menos de 50m, a través de 2 ductos preferentemente flexibles o rígidos de PVC de 50milímetros de diámetro y de 2.7 milímetros de espesor. Estos ductos serán considerados como elementos sujetos a compartición de infraestructura por parte de los poseedores de redes de telecomunicaciones.
- **En predios donde existan de 5 a 20 unidades de vivienda, oficinas o locales comerciales (edificio de departamentos o conjuntos residenciales):** En el predio se instalará un cuarto de comunicación que permitirá instalar gabinetes, de acuerdo con las características de la figura 3.8, el mismo que estará conectado con la cámara de revisión, a través de 3 ductos preferentemente flexibles o rígidos de PVC de 110 milímetros de diámetro y de 2.7 milímetros de espesor, Norma INEN 1869.

Los proveedores de servicios propenderán a optimizar sus redes, para lo cual deberán instalar preferentemente fibra óptica en sustitución de otros tipos de cables.

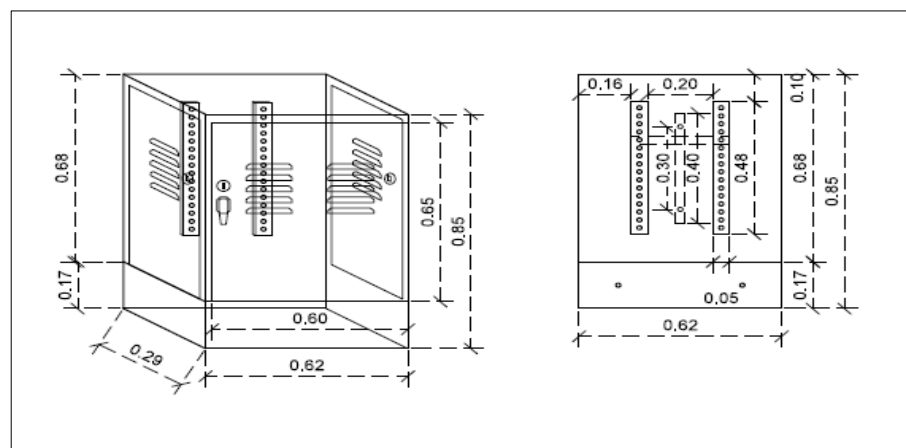


Figura. 3.8. Cuarto de comunicación para instalar gabinetes

- **En predios donde existen unidades de vivienda, oficinas o locales comerciales superiores a 21 (Bloques de departamentos y conjunto residenciales):** En el predio existirá un cuarto de comunicación que permitirá instalar gabinetes de acuerdo con las características de la figura 3.9, el cual se conectará con la cámara de revisión más cercana con 4 ductos preferentemente flexibles o rígidos de PVC de 110 milímetros, y en el que se instalarán las acometidas para el predio para preferentemente con fibra óptica en sustitución de otros tipos de cables.

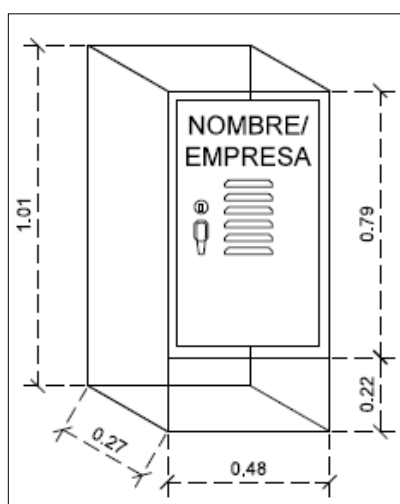


Figura. 3.9. Cuarto de comunicación para instalar gabinetes

Tipo de Acometida.- La red de acometida para conectividad de los abonados, se realizará desde la cámara de revisión más cercana, para lo cual se deberá realizar la canalización que permita la colocación de los ductos requeridos acorde con el tipo de predio a servir.

Esta canalización tendrá como mínimo 50 cm. de profundidad, al salir de la cámara de revisión hasta llegar al predio o hasta la caja de mano de ser el caso.

Si por cambio de dirección se empleara una caja de mano, deberá realizarse la canalización desde la caja de mano hasta el gabinete o el cuarto de comunicación.

El acceso de los ductos al gabinete será por la parte inferior del mismo, y se deberá realizar el tendido sin que estos ductos tengan una curvatura mayor al 4%, para permitir el ingreso de los cables, como se observa en la figura 3.9.

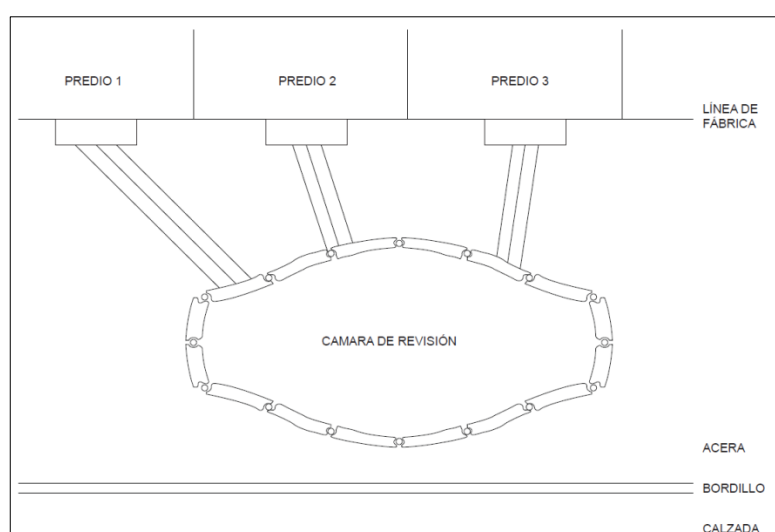


Figura. 3.10. Conexión de red de acometida

Cuartos de Comunicaciones: se utilizarán cuartos de comunicaciones en predios con más de 5 unidades sean de vivienda, oficinas o locales comerciales. En estos cuartos terminarán los ductos subterráneos instalados desde las cámaras de revisión o de ser el caso de cajas de mano, para la instalación de acometidas de redes hasta el predio.

Los cuartos de comunicaciones deberán permitir alojar los cables, elementos activos y/o pasivos que sean necesarios para proveer la acometida de las redes de telecomunicaciones.

3.2.2.9 Título IX: Características constructivas para cámaras de revisión

Las cámaras de acuerdo a su función son:

- **Cámara ciega o de paso:** Sirve para empalme de los ductos y facilita la instalación de la fibra óptica. Se ubican a lo largo del ducto de acuerdo a su longitud, en cambio de dirección o cruces de puentes, ferrocarriles, quebradas, etc.
- **Cámara abierta:** Sirven para realizar empalmes o derivaciones de los cables de la fibra óptica.

Cada ducto contará con una cámara independiente.

3.3 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE INSTALACIÓN DE REDES AÉREAS

Con la finalidad de preservar la seguridad de la ciudadanía y la recuperación del espacio público, la Empresa Eléctrica Quito ha establecido contratos de arrendamiento de postes con las operadoras de comunicaciones, con la finalidad de registrarlas, supervisar y controlar los trabajos en los sectores donde interviene cada una de las operadoras públicas y privadas, así como; detectar operadoras clandestinas y mantener la coordinación inmediata en situaciones de postes chocados.

En este contexto, a partir del año 2011 la EEQ dio énfasis al proceso de supervisión y control; sobre la base de la entrada en vigencia de la Ordenanza Municipal No. 022 que establece ordenar el uso del suelo aéreo y subterráneo en el DMQ y a además, decide conformar dos grupos pequeños de reordenamiento de redes de comunicaciones, los que a más de llevar adelante la Fiscalización de estos contratos y en forma coordinada con la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda del Municipio de Quito, se planteó la necesidad

de establecer regulaciones y normativas que permitan brindar soluciones definitivas para esta problemática, identificando zonas del Distrito Metropolitano de Quito en las cuales las redes serán definitivamente soterrados y zonas en donde las redes se mantendrán aéreas.

Como productos de estas iniciativas, la EEQ diseñó un nuevo modelo de contrato, y este grupo técnico especializado supervisa y controla los incumplimientos por parte de las empresas operadoras.

En los últimos meses y considerando que las operadoras de comunicaciones son las principales responsables de haber generado la situación caótica en la que se mantiene la infraestructura de la empresa; la EEQ en coordinación con la Secretaria de Territorio Hábitat y Vivienda están promoviendo la participación directa de las mismas, en trabajos de reordenamiento y proyectos de soterramiento que permiten dar soluciones técnicas cumpliendo las normativas; involucrando también al Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL) como ente regulador de este sector.

3.3.1 Incumplimientos de las empresas operadoras

Es importante mencionar que aun estando vigente la Ordenanza Municipal No 022; que es de cumplimiento obligatorio y en función de la cual se viene realizando permanente fiscalización de los contratos de arrendamiento de postes y trabajos de instalación y mantenimiento de redes de telecomunicaciones; continúan presentándose situaciones de incumplimiento que retrasan o impiden brindar soluciones definitivas en cuanto al reordenamiento de las redes de telecomunicaciones.

A continuación se mencionan varios aspectos incumplidos por parte de las operadoras:

- **Incumplimiento de cláusulas relacionadas con la Ordenanza Municipal No. 022**

- Varias operadoras prestan sus servicios de telecomunicaciones sin contar con la Licencia Metropolitana Urbanística de Utilización o Aprovechamiento de Espacio Público Para la Instalación de Redes de Servicio (LMU 40).
- Ninguna operadora ha emprendido por su cuenta acciones encaminadas a ordenar las redes de su propiedad, incumpliendo así el artículo 31, numeral 2 de esta Ordenanza.

En trabajos de aplome y reubicación de postes, las operadoras no asumen la responsabilidad de migrar sus redes; por lo que la EEQ realiza estos trabajos a su costo.

- Gran cantidad de redes existentes no cuenta con una etiqueta de identificación y se encuentran instaladas sin tomar en cuenta los aspectos técnicos detallados en la sección II, numeral 5 del Anexo 1 de dicha Ordenanza.
- En los trabajos de soterramiento y una vez instaladas las redes eléctricas y de telecomunicaciones, las operadoras no proceden a retirar sus redes de los postes en los plazos establecidos por el Municipio.

Presupuestos que no han sido factibles su recuperación por no disponer de una identificación del número de conductores pertenecientes a cada operadora.

- **Incumplimiento de contrato de arrendamiento de postes (cláusula quinta)**

- Las operadoras continúan instalando redes en postes de hormigón que sirven exclusivamente al alumbrado público y donde la EEQ dispone de redes subterráneas.
- Las operadoras continúan dejando reservas de cables, que no se encuentran autorizados y en los postes existentes que deben ser instalados en figura ocho, siguen dejando en rollos, cuyos pesos ponen en riesgo los postes por rebasar su carga de soporte vertical y afectan visiblemente el uso de espacio público.
- Instalación y tendido de conductor nuevo en postes donde la EEQ ha ejecutado previamente un proyecto de reordenamiento aéreo, a pesar que son acuerdo realizados en mesas técnicas en coordinación con la Secretaría de Territorio Habitación y Vivienda.
- Se continúan tendiendo redes en lugares no autorizados por la EEQ, debido a la saturación de los cables, inclusive en zonas programadas a soterrar a corto plazo, ejemplo la Vía Interoceánica y Autopista Manuel Córdova Galarza.

3.3.2 Régimen Sancionatorio

La desocupación del espacio público aéreo y el reordenamiento de redes de servicio en el espacio público no requerirán de licencias o autorizaciones de otros órganos del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, que no sea la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, a través de los Acuerdos de Intervención.

Los prestadores de servicios para el tendido de su red deben obtener la Licencia Metropolitana Urbanística de utilización o aprovechamiento del

espacio público (LMU40), la misma que es emitida por la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, en caso de no contar con este documento habilitante, los prestadores de servicios no podrán desplegar su red.

Las Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, suscribirá con los administrados Acuerdos de Intervención, como instrumentos para la ejecución de los programas y proyectos específicos de intervención en diferentes sectores del Distrito Metropolitano de Quito, una vez establecidos los planes de intervención, se convocará a su respectiva aprobación, tanto aquellos que el Municipio del Distrito Metropolitano ejecutará directamente, como aquellos de participación combinada.

En todos los programas y proyectos específicos de intervención aprobados por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, así como en los que éste ejecute directamente, será obligatorio que los prestadores de servicios se adhieran al Acuerdo de Intervención a fin de desocupar el espacio público aéreo.

Los sujetos obligados que incumplan con esta obligación serán sancionados por una sola vez con una multa equivalente 10 dólares por metro lineal de cable de su propiedad existente en la zona del programa o proyecto específico. Transcurridos noventa días desde la finalización de la ejecución del programa o proyecto específico del que se trate, la LMU 40 de todos los sujetos obligados que no se hubieren adherido al Acuerdo de Intervención caducará, y se procederá a aplicar las sanciones estipuladas en el ordenamiento jurídico metropolitano.

En el caso de que no se presente el programa o proyecto específico de desocupación del espacio público aéreo, en los plazos otorgados, le corresponderá al Municipio del Distrito Metropolitano proponer el Programa o Proyecto Específico al cual deberán adherirse los prestadores de servicios. En el caso de que no se adhieran serán sujetos, por una sola vez, de una multa

equivalente a 10 dólares por metro lineal de cada cable de su propiedad en el sector en el que deba ejecutarse el programa o proyecto específico.

Cualquier incumplimiento a una norma administrativa prescrita en la Ordenanza No. 022, así como en el caso de que la utilización privativa o el aprovechamiento del espacio público para la implementación de Redes de Servicios se realice sin la LMU40, el prestador de servicios será sancionado con una multa de hasta cinco mil dólares y el desmontaje de las redes de servicio en cuestión. [29]

3.3.3 Mecanismos de supervisión y control

En función al artículo 264 de la Constitución de la República, en el cual se dispone que los gobiernos municipales tendrán las competencias exclusivas de: *“1.- Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural” y, 2.- Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón”.*

En función de los artículos 54 y 84 del Código Orgánico Territorial, Autonomía y Descentralización se establece: *“Regular y controlar el uso del espacio público cantonal y, de manera particular, el ejercicio de todo tipo de actividad que se desarrolle en él, la colocación de publicidad, redes o señalización”.*

En función del artículo 10 de la Ordenanza Municipal No. 022, se establece: *“1.- Una vez que la LMU 40 hubiere sido emitida por la Autoridad Administrativa Otorgante, le corresponde a la Agencia Metropolitana de Control ejercer las potestades de inspección general, de instrucción y de juzgamiento administrativo, de conformidad con la Ordenanza Metropolitana que norma el régimen jurídico de control administrativo en el Distrito Metropolitano de Quito; 2.- La Autoridad Administrativa Otorgante y la Agencia Metropolitana de Control*

deberán coordinar el ejercicio de la potestad inspectora; y, 3.- Para el ejercicio de la potestad de inspección, la Autoridad Administrativa otorgante y la Agencia Metropolitana de Control podrán contar con el auxilio de las Entidades Colaboradoras, las mismas que únicamente ejercerán funciones auxiliares de comprobación del cumplimiento de normas administrativas y las reglas técnicas, a través de emisión de informes y certificados de conformidad.” [29]

Con los artículos expuestos, se encuentra vigente el Convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Empresa Eléctrica Quito, la Agencia Metropolitana de Control y la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito para el ejercicio de potestad de inspección del uso o aprovechamiento del suelo.

Este Convenio tiene por objeto establecer los vínculos de cooperación y coordinación para ejercer la potestad de control de las redes de servicio instaladas, supervisar y fiscalizar el cumplimiento de normas administrativas y la aplicación de las “Reglas Técnicas para las instalaciones y de conectividad en el Distrito Metropolitano de Quito”, establecidas en la Ordenanza Municipal No. 022.

A continuación se detallan las responsabilidades de cada entidad que forma parte de este Convenio:

- Empresa Eléctrica Quito: ejecutar funciones auxiliares de comprobación del cumplimiento de normas administrativas y reglas técnicas de las redes de operadoras de servicios de telecomunicaciones; emitir informes técnicos en función a formularios establecidos para el efecto y notificar las novedades del control a la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda y a la Agencia Metropolitana de Control.
- Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda: ejercer potestad de control y comprobación del cumplimiento de normas administrativas y reglas

técnicas de las redes de operadoras de servicios de telecomunicaciones en cooperación con la Empresa Eléctrica Quito y la Agencia Metropolitana de Control y con los formularios técnicos emitidos por la Empresa Eléctrica Quito, la Secretaría debe emitir informe a la Agencia para que se continúe con el proceso administrativo sancionador correspondiente.

- Agencia Metropolitana de Control: cooperar con las anteriores entidades de acuerdo a sus competencias en los distintos operativos de control que se realicen y en función del informe remitido por la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda realizar el proceso sancionador correspondiente.

Además esta Agencia mediante la Ordenanza Municipal No. 321, regula el ejercicio de la potestad sancionatoria en el Distrito Metropolitano de Quito, procedimiento que incorpora la etapa de subsanación y adecuación de conductas a la norma infringida. [31]

Con la finalidad de alinearse a las políticas gubernamentales referentes al Plan Nacional de Soterramiento y Reordenamiento de Redes, así como la recuperación del espacio público; los Prestadores de Servicios deberán ser los responsables de las actividades de ordenamiento de redes aéreas.

3.3.4 Registro de redes

Se ha requerido que los prestadores de servicios presenten información completa sobre sus nodos, infraestructura, enlaces de las redes de distribución y acceso físicas y enlaces físicos, con la finalidad de coadyudar con planes, programas y proyectos del sector de telecomunicaciones.

Con este registro de redes físicas se logra contar con un documento habilitante en el sector de las telecomunicaciones para la instalación de redes físicas, cuya información será válida para Gobiernos Seccionales y Empresas Eléctricas, en estas últimas es importante esta información ya que se tiene un

control sobre el número real de postes que utiliza cada prestador de servicios, con su respectiva verificación en sitio, como se observa en la figura 3. 14; además se ha logrado detectar empresas clandestinas que tienden su red sin ninguna autorización de espacio público ni de uso de postes.

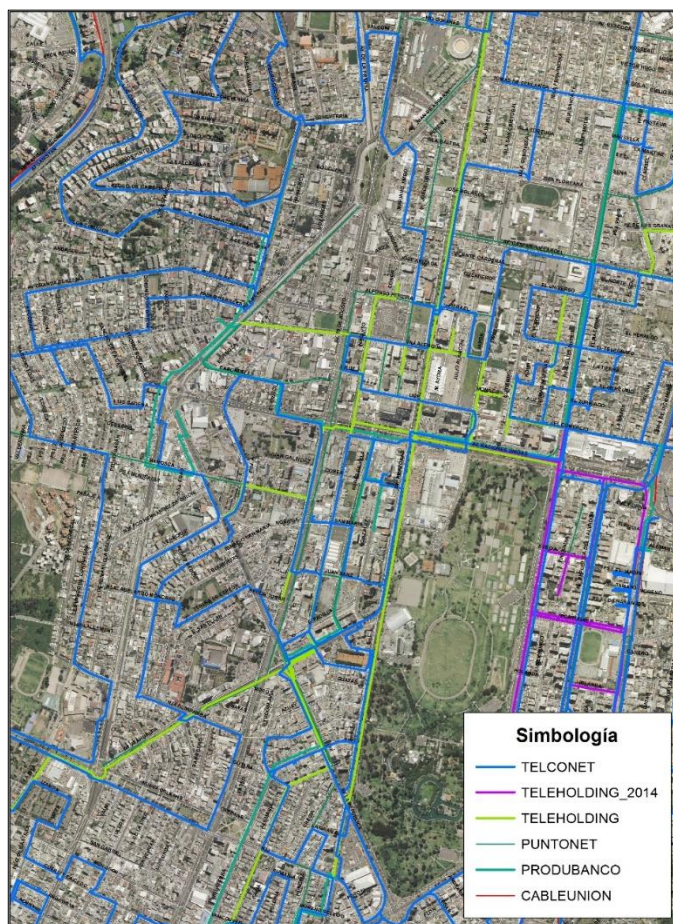


Figura. 3.11. Registro de redes físicas de cada prestador de servicio

La información cartográfica es entregada en formato ARCGIS, la misma debe ser actualizada cada 3 meses por motivos de actualización o modificación de sus redes; en forma anual para describir su red durante todo este período y en caso de solicitar requerimientos de tendido de red en sectores puntuales para proporcionar mayor cobertura, cambio de cable por otros de mayor capacidad o por motivos de mantenimiento.

CAPÍTULO 4

REGULACIÓN PARA LA INSTALACIÓN Y ORDENAMIENTO DE REDES DE CONECTIVIDAD DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

4.1 CANALIZACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

Alineados con mejorar la prestación de servicios de telecomunicaciones en el DMQ es necesario que las autoridades competentes generen políticas públicas para el despliegue de redes que brindan estos servicios, tanto de tipo aéreo como soterrado, en esa necesidad se presenta una propuesta que permita generar alternativas de regulación que conlleven a un desarrollo urbano sostenible, dentro de un ambiente sano, seguro, íntegro y en armonía con el progreso económico y social que permite el despliegue de redes y servicios de telecomunicaciones y que obedezca a los siguientes principios:

- a) Despliegue eficiente de redes y aseguramiento de cobertura.
- b) Seguridad ciudadana y descontaminación visual.
- c) Equilibrio económico para proporcionar servicios con calidad y asequibilidad.

En este ámbito es necesario considerar las mejores prácticas y recomendaciones generadas por administraciones internacionales, con la finalidad de optimizar tiempo y recursos, por ejemplo la “*Western Australian*

Planning Comision”, indica que es importante la provisión de infraestructura de telecomunicaciones de forma eficiente, para esto tanto las entidades públicas como los operadores deben comprometerse al expedir y cumplir con normas estándares para la intervención en el espacio público. [32]

El despliegue de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC se ha convertido en un objetivo central para las agendas políticas, económicas y regulatorias de varios países alrededor del mundo. Desde hace varios años se reconoce el impacto positivo que tiene el despliegue de TIC sobre el desarrollo económico y social de los países, es así que las actividades basadas en el conocimiento se han vuelto cada vez más importantes y omnipresentes en el mundo entero.

Las TIC pueden ayudar a crear y apoyar nuevas oportunidades de desarrollo económico. El traspaso acelerado del conocimiento y la difusión tecnológica amplifican los beneficios competitivos de las economías que aprenden rápidamente. A medida que las necesidades de información para la innovación en las actividades económicas y sociales aumenten, la importancia de las TIC para la agenda de desarrollo seguirá creciendo. [32]

En varios países del mundo son conscientes que se deben expedir diversas normas que buscan alentar y fortalecer el desarrollo de las TIC, dentro de un marco regulatorio adecuado, cuyo objetivo contemple la creación de un marco general para la formulación de una política pública en materia de TIC, incluyendo dentro de esa visión el objetivo de desarrollar el sector y la penetración de los servicios que se presta a los ciudadanos.

La instalación de infraestructura de TIC involucra varios principios o fines a tener en cuenta. De esa manera, la propuesta de regulación busca alentar a los prestadores de servicios a adoptar un enfoque de precaución en el diseño, operación y selección de los sitios e instalaciones de operación de redes, además se debe considerar con las políticas y requerimientos técnicos de ordenamiento de redes en los sectores que las mismas se mantengan aéreas,

de la manera descrita se logrará consagrar el derecho constitucional de los ciudadanos para que tengan acceso universal a las TIC; es decir, que ingresen a las tecnologías y que las utilicen con fines de mejorar su calidad de vida.

Es necesario disponer de un plan integral de canalización para el Distrito Metropolitano de Quito, reconociendo lo anunciado en este numeral y observando las implicaciones económicas para los operadores, debido al cambio de redes de características aéreas por soterradas y su impacto en la continuidad en la prestación de los servicios. En forma simultánea es necesario disponer de normas de construcción para canalización y su consideración a la hora de definir la eliminación de redes aéreas tanto de telecomunicaciones como de energía eléctrica, tema que debe ser considerado como otro tema de investigación y definición, de igual manera para que las instituciones autorizadas aprueben y pongan en vigencia.

4.1.1 Regulación existente

4.1.1.1 Redes aéreas y soterradas, tasas municipales

Es imperativo velar por la vida, salud y seguridad ciudadana, evitando accidentes que pueden provocar las redes aéreas expuestas; al mismo tiempo para mejorar el ornato urbano, es necesario desplegar las redes con criterio técnico para salvaguardar la eficiencia de las redes eléctricas y de telecomunicaciones, minimizando las pérdidas causadas por conexiones ilegales y anti técnicas.

El mejoramiento de los sistemas de conectividad responde al principio de modernidad, integridad, seguridad y calidad de servicio que se ofrece a los clientes; ha sido preciso regular la utilización o el aprovechamiento del espacio público para la instalación de redes de servicio en el Distrito Metropolitano de Quito, con la finalidad de compatibilizar esta actuación con la prevención de la contaminación ambiental, la protección de la seguridad e integridad ciudadana y el buen uso del espacio público. [29]

Esta regulación del espacio público se ha incluido dentro de los esquemas de racionalización de licenciamientos en el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito para otorgar, suspender, modificar o extinguir las Licencias Metropolitanas; es así que la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda es la autoridad competente para el otorgamiento de la Licencia Metropolitana urbanística de utilización o aprovechamiento del espacio público para la instalación de redes de servicio.

El otorgamiento de la licencia denominada LMU 40, que es el acto administrativo con el que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito autoriza a su titular la utilización o aprovechamiento del espacio público y ductería, para la instalación de redes de servicio en el Distrito Metropolitano de Quito, tanto para el caso de redes de servicio instaladas, como las que se instalarán en un futuro.

Para que los prestadores de servicios obtengan la LMU 40, deben entregar a la Autoridad Administrativa Otorgante (Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda) los siguientes requisitos:

- Formulario de solicitud, en el cual consta datos de la persona natural o jurídica que cuenta con tendido de red en espacio público, el metraje instalado en cada zona y un diagrama cartográfico del trayecto de su red; en este formulario debe constar la declaración sobre veracidad de la información consignada ya que la misma será sujeta a control.
- Información cartográfica o diagrama digital georreferenciado del proyecto de instalación o ampliación de redes de servicio, incluyendo planos y croquis en archivo digital y papel impreso, localización geográfica y longitud de la red (incluye número de cables, ubicación, longitud y número de ductos).

- Requisitos documentales exigidos dentro del procedimiento, incluyendo los documentos que habilitan la representación y determinan la identidad del solicitante, o en su caso, su identificación y la autorización administrativa prevista en el ordenamiento jurídico nacional para prestar el servicio u operación: RUC, cédula de identidad y papeleta de votación del representante legal, autorización de prestador de servicios emitido por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) y nombramiento notariado del representante legal.

La LMU 40 tiene una vigencia indeterminada; sin embargo por razón de modificaciones o ampliaciones de la red de los prestadores de servicios, se debe entregar la información inicial de solicitud, al igual que la cancelación de tasa en forma anual. [29]

Los prestadores de servicios están obligados a cancelar la tasa por utilización o aprovechamiento del espacio público para la instalación de redes de servicio en el Distrito Metropolitano de Quito, esta tasa se hace exigible en el momento del otorgamiento de la LMU 40. La cuantía de la tasa por utilización del espacio público aéreo, según la zonificación detallada en el capítulo 3, numeral 3.1.1, durante el tiempo en el que no se hubiere completado la construcción de la infraestructura de canalización subterránea, se la puntualiza en la tabla 4.1.

| Zona | Valor de tasa por metro lineal (USD) |
|------|--------------------------------------|
| A | 0,35 |
| B | 0,10 |
| C | 0,35 |
| D | 0,35 |
| E | 0,35 |

Tabla 4.1. Cuantía de tasa por zonificación

Por la utilización o aprovechamiento del espacio público del subsuelo, por cada metro lineal de cable, por cada año, los prestadores de servicios pagarán USD 0,08.

El metro lineal de cable se considera el cable o conjunto de cables que se encuentren colocados en el espacio público aéreo en un mismo herraje; mientras que para el caso de canalizaciones subterráneas el metro lineal de cable es el cable simple y unitario, físicamente visible y colocado en el ducto, independientemente del número de fibras o conductores contenidos en el mismo.

En caso de que la utilización o el aprovechamiento del espacio público para la implementación de redes de servicios se realice sin la LMU 40, los prestadores de servicios serán sancionados con una multa de hasta USD 5000 y el desmontaje de las redes de servicio, con reposición de las cosas al estado de la comisión de la infracción a costa del infractor. [29]

4.1.1.2 Redes aéreas, utilización de postes

Los prestadores de servicios que requieren realizar tendido aéreo, adicionalmente a obtener la LMU 40, deben contar con la autorización de uso de postes por parte de la Empresa Eléctrica Quito, es así, que se han suscrito contratos de arrendamiento de postes entre esta entidad y prestadores de servicios públicos y privados.

Para la suscripción de contratos de arrendamiento de postes con la Empresa Eléctrica Quito, los prestadores de servicios deben entregar los siguientes requisitos:

- Solicitud de requerimiento para el arrendamiento de postes de propiedad de la Empresa Eléctrica Quito.

- Información cartográfica o registro en forma digital georreferenciada de las zonas en las que se va a utilizar los postes, incluyendo planos y croquis en archivo digital y papel impreso, localización geográfica, longitud de la red y número de postes que serán utilizados durante el período de un año.
- Requisitos documentales exigidos dentro del procedimiento, incluyendo los documentos que habilitan la representación y determinan la identidad del solicitante, o en su caso, su identificación: RUC, cédula de identidad y papeleta de votación del representante legal, nombramiento notariado del representante legal y la LMU 40.
- En caso de ampliación y/o modificación de su red, la persona natural o jurídica deberá comunicar y solicitar la autorización correspondiente, actualizando las coordenadas de operación.

La Empresa Eléctrica Quito proporciona sus postes en la condición que se encuentren al momento de ser utilizados, por lo que toda inversión o gasto adicional que sea requerido por los prestadores de servicios para suplir sus necesidades serán a su costo y estas modificaciones serán aceptadas o rechazadas por la arrendadora; adicionalmente en estos contratos de arrendamiento se establecen los requerimientos técnicos que deben cumplir los cables conductores de telecomunicaciones al ser instalados en la infraestructura del sistema de distribución eléctrico, los mismos van acorde al Anexo de Reglas Técnicas de la Ordenanza Municipal No. 022. [33]

En los contratos de arrendamiento de postes, se establecen multas por cada ocasión de incumplimiento técnico, con el equivalente al diez por ciento del valor anual del contrato, por las siguientes razones:

- Cuando no se atiendan los pedidos de retiro de redes en base a programación de trabajos que mantiene la arrendataria.

- Cuando habiendo sido notificado, en el término de setenta y dos horas no interponga las medidas de seguridad a hechos que pongan en riesgo el servicio de distribución eléctrico.
- Cuando se produzcan daños a los servicios de la arrendadora por causas imputables a los prestadores de servicios, más el pago de los daños y perjuicios que esto irroque a la arrendadora.
- Cuando se instale exceso de líneas en sitios no autorizados e incumplan con lo establecido en el Anexo de Reglas Técnicas de la Ordenanza Municipal No. 022.
- Cuando las redes de los prestadores de servicios no respeten las distancias de seguridad respecto al piso (en acera la distancia es de 5,50 metros y en cruces de vía es de 6 metros respecto a la rasante de la vía).
- La arrendadora autoriza a los prestadores de servicios tender hasta dos cables para transmisión de los servicios de telecomunicaciones para sus distintas actividades, en caso de instalar tres o más cables, la arrendadora aplicará una penalización del 5% del valor fijado como canon de arrendamiento por posición de poste, esto es de USD 10,30 por año por cada cable adicional instalado en la infraestructura del sistema de distribución eléctrico.

El valor de arrendamiento por cada posición en el poste es de USD 10,30 anual, estando exentas de pago las empresas públicas; además la Empresa Eléctrica Quito realiza una revisión anual de la estructura de precios y si ésta difiere en más con el valor pactado, el mismo para el nuevo período será el que refleje la estructura revisada y se notificará a los prestadores de servicios. [33]

Actualmente, la Empresa Eléctrica Quito se encuentra en estado emergente de su infraestructura, ya que se han presentado accidentes por desplome y caídas de postes debido a la gran cantidad de redes de telecomunicaciones que se encuentran instaladas en los mismos, provocando escenarios de riesgos para transeúntes y vehículos; por lo cual los contratos de arrendamiento de postes se encuentran suspendidos. Esto ha ocasionado inconvenientes a los prestadores de servicios, ya que están prohibidos de ampliar su red, situación que se espera sea eliminada previo acuerdo de despliegue técnico, siendo este un elemento adicional para disponer de una normativa debidamente aprobada por las instituciones competentes.

4.1.2 Propuesta de Regulación

4.1.2.1 Redes aéreas

El primer principio a tener en cuenta dentro de esta propuesta es la necesidad de incentivar el despliegue eficiente de las redes de telecomunicaciones a nivel nacional, de manera que se incrementen los resultados en cobertura. Considerando que las telecomunicaciones son un motor de desarrollo económico y social, ya que no sólo los prestadores de servicios se benefician de la expansión de los productos que ofrecen, sino que principalmente son los clientes que reciben los efectos positivos de la masificación tecnológica.

Las decisiones de políticas públicas y empresariales que se tomen en torno al desarrollo de las telecomunicaciones deben estar apoyadas en primera medida en la intención de incrementar la penetración y cobertura de manera eficiente, esto es, considerando que los recursos invertidos son escasos, de manera que debe dárseles el uso que garantice la mayor eficiencia en términos de cobertura. [32]

En concordancia con lo expuesto, El Estado deberá fomentar el despliegue y uso eficiente de la infraestructura para la provisión de redes de

telecomunicaciones y los servicios que sobre ellas se puedan prestar, y promoverá el óptimo aprovechamiento de los recursos escasos con el ánimo de generar competencia, calidad y eficiencia, en beneficio de los usuarios.

Para tal efecto, dentro del ámbito de sus competencias, las entidades del orden nacional y territorial están obligadas a adoptar todas las medidas que sean necesarias para facilitar y garantizar el desarrollo de la infraestructura requerida, estableciendo las garantías y medidas necesarias que contribuyan en la prevención, cuidado y conservación para que no se deteriore el patrimonio público y el interés general, es decir, controlar el cumplimiento de la norma técnica de instalación de redes aéreas y soterradas que sea publicada y establecida a nivel nacional. [32]

Además debe tenerse como principio orientador la protección del ambiente sano y la armonía urbanística de las ciudades. Es cierto que en algunos casos la instalación de infraestructura de redes de telecomunicaciones genera un impacto sobre la armonía del ambiente. Por esa razón es necesario que los operadores y entidades territoriales se comprometan con la reducción de ese impacto dentro de un marco de respeto por los demás principios, especialmente en lo que tiene que ver con la masificación y prestación eficiente de los servicios.

Actualmente se tienen severas restricciones para la instalación de redes aéreas, que inclusive limitan el uso de los postes y condicionamientos para la colocación de elementos necesarios para el despliegue de este tipo de redes que corresponden a más del 97% de la conectividad en el DMQ, en este entorno se propone una normativa que permita un desarrollo armónico y ordenado.

- **Definición:** Las redes aéreas que sirven para desplegar servicios de telecomunicaciones, tienen como elementos que sustentan la transmisión de información: cables, elementos activos, elementos pasivos y elementos de fijación; estos elementos deberán ser

instalados sobre la franja de mobiliario que establece la Ordenanza Municipal No. 022 o en predios privados con la respectiva autorización y fácil manejo de mantenimiento de los mismos, a excepción de casos puntuales, en los cuales se instalarán sobre los postes de distribución eléctrica y sujetos a la norma técnica que considere su despliegue.

- **Instalación:** consistirá en el despliegue de los cables de las diferentes topologías y tecnologías, así como de sus accesorios, debiendo ser reportado a la unidad correspondiente de la Empresa Eléctrica Quito y entidad de espacio público, antes de realizar el trabajo, para la conformidad de la utilización de la infraestructura de postes, uso y aprovechamiento de espacio público.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento de las redes de telecomunicaciones, consistirá en el reemplazo de los cables de las diferentes topologías y tecnologías, así como de sus accesorios, debiendo ser reportado a la unidad correspondiente de la Empresa Eléctrica Quito y entidad de espacio público, antes de realizar el trabajo, para la conformidad de la utilización de la infraestructura de postes, uso y aprovechamiento de espacio público.
- La regulación debe ser de alcance nacional y con implicación local y de carácter obligatorio para los prestadores de servicios.

Se hace énfasis en la necesidad de coordinar a los distintos integrantes del sector de las telecomunicaciones, en lo referente a temas de instalación de infraestructura de redes, generando entornos de regulación eficientes, en la tabla 4.2 se muestran instituciones y actividades relevantes que se debe desarrollar al interior del ecosistema para el despliegue de redes.

| Institución | Actividad |
|---|--|
| Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información | <ul style="list-style-type: none"> • Coordinar entre distintas instancias del Gobierno Nacional y territorial que permitan la relación de los prestadores de servicios, con entidades de otros sectores, para fortalecer programas coordinados como los temas de compartición de infraestructura. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar políticas que aseguren e incentiven la inversión en infraestructura de telecomunicaciones. |
| Consejo Nacional de Telecomunicaciones | <ul style="list-style-type: none"> • Tener capacidad de generar procesos de concertación entre todos los involucrados en el sector. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar una regulación que esté acorde con las necesidades técnicas del servicio. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Definir mecanismos de solución de disputas entre los involucrados. |
| Municipios y EEQ | <ul style="list-style-type: none"> • Controlar el ordenamiento de instalación de redes en el uso y aprovechamiento de espacio público, cumpliendo con las normativas técnicas vigentes. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • La EEQ, controlar el despliegue de las redes a través de los postes. |
| Prestadores de servicios | <ul style="list-style-type: none"> • Contemplar en sus presupuestos, el diseño y ampliación de sus redes, en función de la tendencia tecnológica. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Cumplir los procesos de regulación y normativa técnica para el despliegue de redes. |

Tabla 4.2. Instituciones y actividades del ecosistema para el despliegue de redes

En el país los procesos de instalación de infraestructura de telecomunicaciones se encuentran regulados por normas del orden local que cada municipio emite, así como las exigencias de cada Empresa Eléctrica, a nivel nacional no existe una regulación integral y la presente investigación aporta en la dirección de proponer a la autoridad correspondiente que se adopte una normativa de aplicación nacional.

Al existir operadores de servicios de telecomunicaciones con concesiones a nivel nacional, hace falta desarrollar una normativa que a nivel de política pública sea de carácter nacional. [32]

En este contexto la norma para el despliegue de redes debe considerar como principios generales para la intervención del espacio público en casos de instalación de infraestructura los siguientes parámetros:

- Cuando la instalación de infraestructura comprometa otros servicios públicos (semaforización, alcantarillado, ECU 911, etc.), los prestadores de servicios deberán actuar de la manera más diligente con el fin de notificar a los prestadores de esos servicios y coordinar la alternativa de instalación que reduzca los impactos negativos que puedan generarse.
- Los operadores deben colaborar en la creación de registros uniformes y completos sobre sus instalaciones en espacio público.
- Proteger el medio ambiente y espacio público.
- Actuar de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería, buscando proteger la seguridad e integridad de las personas y vehículos.
- Buscar la intervención de menor impacto sobre vías y caminos públicos.
- Los prestadores de servicios, debidamente concesionados, deberán obtener la licencia para el despliegue de redes por parte del Municipio de Quito por uso de espacio público y la autorización de uso de postes por parte de las Empresas eléctricas.

4.1.2.2 Redes soterradas

Actualmente, las restricciones a los procedimientos de instalación de postería y la prohibición de instalación de nuevas redes aéreas, obligan a los prestadores de servicios a instalar cableado y elementos adicionales en infraestructura soterrada.

En ocasiones los costos asociados al soterramiento de redes de servicio, superan las posibilidades financieras del despliegue de la red, de manera que los prestadores deben abstenerse de desarrollar sus planes de expansión y aumento de cobertura. Las condiciones actuales no permiten que la administración aplique análisis de costo-beneficio que exoneren de la obligación de soterrar cuando el beneficio para la comunidad sea mayor en términos del acceso a las telecomunicaciones que se les garantiza.

Para el desarrollo de este tipo de redes y en concordancia con las premisas que tienen orientación de dotación del servicio, se debe considerar lo siguiente:

- Definir zonas de alto impacto: centros históricos, turísticos y comerciales.
- Evaluación costo-beneficio y viabilidad técnica.
- Coordinación autoridades-operadores y entidad de obras públicas de cada jurisdicción, con el fin de adelantar procesos conjuntos de infraestructura subterránea.
- Definir plan de intervención.

Las normas de soterramiento deben guardar relación con las necesidades de servicio, es necesario que las autoridades generen una coordinación directa con los operadores y evaluar la factibilidad técnica y el impacto económico teniendo en cuenta que no se debe afectar al precio de los servicios de telecomunicaciones, el definir zonas de prioridad permitirá en el transcurso del tiempo satisfacer las necesidades de soterramiento de los

cables y conjuntamente con las autoridades definir un plan de intervención para que se consideren los recursos para la realización de estas actividades. [32]

Es necesario también considerar alternativas de soterramiento a través de microzanjas o métodos alternativos según desarrollos de tecnología para estos fines. A continuación se describen algunas generalidades que deben ser consideradas en este tipo de redes.

- **Definición:** Las redes subterráneas que sirven para desplegar servicios de telecomunicaciones, tienen como elementos que sustentan la transmisión de información: cables, elementos activos, elementos pasivos y elementos de fijación para los pozos; estos elementos serán instalados a través de ductos, cajas, pozos y sujetos a la norma técnica que considera su despliegue.
- La compartición de infraestructura subterránea obedecerá a la viabilidad técnica, el despliegue de este tipo de infraestructura considerará las reservas pertinentes para atender la demanda de conectividad del futuro.
- Los desarrollos de proyectos urbanos nuevos, deberán considerar el despliegue de redes de tipo subterráneo y cumplir lo establecido en la Ordenanza Municipal No. 022 del Distrito Metropolitano de Quito.
- Las autoridades competentes, en coordinación con los prestadores de servicios deberán definir un plan de intervención, dando prioridades a las zonas históricas, turísticas y comerciales; ya que en estos lugares se entiende que el interés protegido, es decir la integridad del patrimonio histórico, es superior, de manera que sólo allí podrán establecerse obligaciones inalterables de soterramiento.

- Bajo la Fiscalización Municipal de espacio público, los prestadores de servicios pueden desarrollar modelos de tipo asociativo para intervenir una sola vez en la construcción de redes subterráneas.
- El plan de intervención para soterrar los cables deberá estar priorizado y programado anualmente con asignaciones referenciales de inversión.
- Las intervenciones se deberán ejecutar simultáneamente, optimizando tanto los costos como el impacto en los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito.
- La autoridad del Distrito Metropolitano de Quito deberá conocer el inicio de los trabajos de soterramiento para otorgar la respectiva autorización de excavación y afectación al espacio público.
- Los prestadores de servicios deberán en forma obligatoria realizar la etapa de transición de las redes áreas hacia los ductos y soterrar sus redes, en todo proyecto que se encuentre finalizada la infraestructura subterránea.
- La fiscalización, control y sanción sobre los trabajos de soterramiento de redes son competencia del Municipio de Quito por ser responsables de espacio público.
- Los prestadores de servicios, debidamente concesionados, deberán obtener la licencia para el despliegue de redes soterradas por parte del Municipio de Quito por uso de espacio público

Para que esta propuesta funcione de manera adecuada, las entidades territoriales y las empresas deben trabajar en crear instancias de coordinación

eficientes que permitan tomar decisiones concertadas respecto a los procesos de soterramiento. [32]

Es útil incentivar la suscripción de acuerdos de los prestadores de servicios con la empresa de obras públicas de cada entidad territorial, con el fin de que beneficiar a la comunidad y para las ciudades evita las dobles intervenciones y por esa vía el gasto innecesario de recursos.

La propuesta de zonificación de sectores para asignar responsabilidades de soterramiento es beneficiosa para la administración y los prestadores de servicios, reduce sus costos e incentiva el despliegue subterráneo dentro de un esquema de costos razonable, bajo este esquema los prestadores de servicios pueden reducir costos, ya que no tendrán que asumir todo el proceso de soterramiento, sino que sus gastos se repartirán entre quienes tengan interés en la zona a intervenir.

La administración también reduce costos e incentiva las intervenciones ordenadas y programadas sobre el espacio público. En otras palabras, bajo este esquema las inversiones no las asume un solo prestador de servicios y además, la compartición que debe hacer a los otros prestadores de servicios involucrados le permite una recuperación gradual de su inversión por medio de los costos de razonables de arrendamiento.

El regulador nacional debe preparar, en concertación con todos entes implicados un documento, en el que se especifiquen las condiciones técnicas de las redes de cada uno de ellos, de manera que se transmita un mensaje comprensible para las entidades territoriales. Con este documento las autoridades locales podrán comprender la viabilidad técnica de los procesos de soterramiento y proponer alternativas que no afecten el normal desarrollo de las redes dentro un marco de libre competencia entre los prestadores de servicios y masificación del acceso.

En lo referente a técnicas menos invasivas de soterramiento, debe considerarse que las barreras prácticas relacionadas con la información sobre otras redes existentes son difíciles de superar en el corto plazo, de manera que podría aprovecharse inicialmente para desarrollos urbanísticos nuevos.

Dado que técnicas menos invasivas como el microzanjado puede ser riesgoso para otro tipo de instalaciones, al utilizar mecanismos de corte precisos, es necesario contar con altos estándares de protección y seguridad que dependen en gran medida de la información disponible sobre el tendido de otras redes. [32]

El microzanjado puede incentivarse en nuevos desarrollos urbanísticos o en aquellas zonas donde se haya regularizado la infraestructura existente.

En el tema de compartición de infraestructura, permite que los operadores de telecomunicaciones e internet, tengan derecho de acceso y uso compartido de infraestructura física, éstas serán de uso obligatorio, salvo algunas excepciones contempladas en el Reglamento de Compartición de Infraestructura emitida por el CONATEL, según resolución TEL-517-17-CONATEL-2014, aspectos a observarse se describen:

- Se debe asignar responsabilidades claras para los dueños de infraestructura compartida, en cuanto a la conservación del estado de la misma.
- Se debe diseñar mecanismos de intervención conjunta, que asociados a la compartición, pueden reducir los costos de los prestadores de servicios y fomentar la masificación del servicio.
- Los mecanismos de control sobre los esquemas de compartición deben fortalecerse.

- La compartición garantiza el uso eficiente de recursos finitos dentro del sector. La infraestructura es por naturaleza un recurso finito, cuando sus condiciones técnicas se aprovechan de manera que sobre ella se presta la mayor cantidad de servicio posible, se maximiza su utilidad.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 SITUACIÓN ACTUAL

Con la finalidad de preservar la seguridad e integridad de la ciudadanía y la recuperación del espacio público, la Empresa Eléctrica Quito estableció contratos de arrendamiento de postes con las operadoras de telecomunicaciones públicas y privadas, con el objetivo de registrarlas, supervisar y controlar los trabajos en los sectores donde interviene cada una de las empresas, así como detectar operadoras clandestinas y mantener la coordinación inmediata en situaciones de postes chocados, aplome y reubicación de los mismos.

Siendo la actividad principal de la Empresa Eléctrica Quito la dotación del servicio eléctrico con eficiencia, no ha existido el personal suficiente para que fiscalice la ocupación que se ha venido dando a los postes por el despliegue de las redes aéreas de telecomunicaciones. Los contratos de arrendamiento de postes que la Empresa Eléctrica Quito mantuvo con las operadoras que brindan servicios de telecomunicaciones, no fueron revisados ni actualizados, provocando una acumulación indiscriminada de redes de telecomunicaciones en la infraestructura del sistema de distribución eléctrico.

En la actualidad esta situación se ha vuelto insostenible en determinados sectores especialmente del área urbana del Distrito Metropolitano de Quito.

En este contexto es necesario analizar la estructura de los diferentes valores que intervienen para el despliegue de redes de telecomunicaciones utilizando el espacio público; se tiene un valor de renta de los postes (posiciones de herraje) que está en el orden de \$10 por año, las tasas por uso del espacio público, que dependiendo de la zona y el tipo de espacio (aéreo o soterrado), varía entre 8 centavos y 35 centavos de dólar por metro lineal del despliegue de redes de transporte, cabe mencionar que para la red de acometida no se ha considerado ningún valor en el contexto descrito.

5.1.1 Demanda de uso de postes en el DMQ

Como producto de la situación actual expuesta, la Empresa Eléctrica Quito en el año 2013 diseñó un nuevo modelo de contrato, el cual determina la demanda de uso de postes por parte de las operadoras públicas y privadas; en el año 2014 los contratos de arrendamiento de postes se encuentran suspendidos por el estado de emergencia de la infraestructura eléctrica declarado por la EEQ.

Mediante el sistema cartográfico ARCGIS se ha realizado una información referente a la cantidad y ubicación de postes utilizados por cada una de las operadoras públicas y privadas, lo cual permite evidenciar el número real de postes utilizados.

Existen registradas 46 operadoras privadas que mantienen contratos para uso de postes con la EEQ, de servicios de telecomunicaciones, audio y video por suscripción e instituciones con permisos para desplegar redes privadas, que han instalados redes aéreas sobre los postes para la prestación de energía eléctrica en el DMQ, estas redes proporcionan un estimado de uso de posiciones en los postes de 210 mil; en cada poste se renta el uso de posiciones a través de los herrajes que instalan los operadores y en

consecuencia de renta un poste a varios operadores, el valor anual por posición de herraje es del orden de \$10.

Por otro lado 9 operadores e instituciones públicas han utilizado en el año 2013, 226 mil posiciones de postes, cabe señalar que estas instituciones están exentas del pago por uso de postes, según la legislación vigente para empresas públicas.

5.1.2 Precio de implementación de redes aéreas; cables y accesorios

A continuación en las tablas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5 se detallan los costos de tipos de cables, elementos activos, pasivos, de sujeción y mano de obra, los cuales son un compendio de valores obtenidos de las diferentes empresas de telecomunicaciones que operan en el DMQ.

Se ha modelado tomando en consideración los elementos más importantes de las diferentes topologías de redes existentes, como son las de cobre a través de cables trenzados, las híbridas (HFC) que contienen fibra óptica y cable coaxial y las de fibra óptica, esta información nos referencia el costo de los diferentes elementos y rubros, con fines comparativos referenciales entre diferentes tecnologías.

5.1.2.1 Tipos de cables

| Redes aéreas | | |
|-----------------------------------|--------|-----------------------|
| Tipo de cables | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Cable de fibra óptica 4 hilos | metro | 0,80 |
| Cable de fibra óptica 6 hilos | metro | 1,00 |
| Cable de fibra óptica de 12 hilos | metro | 1,20 |
| Cable de fibra óptica de 24 hilos | metro | 1,50 |
| Cable de fibra óptica de 48 hilos | metro | 2,40 |

| | | |
|--|--------|-------|
| Cable de fibra óptica de 96 hilos | metro | 3,10 |
| Cable de fibra óptica de 144 hilos | metro | 4,00 |
| Cable coaxial 500 con mensajero | metro | 1,50 |
| Cable coaxial RG-11 c/mens/tri-shield | metro | 0,63 |
| Cable multipar 100 pares | metro | 3,54 |
| Cable de aterrizaje AWG #8 (solido) | metro | 1,50 |
| Cable tipo TW AWG calibre 6 rígido para aterrizaje | metro | 1,46 |
| Kit de cable AWG #6 para baterías de fuente Alpha | Unidad | 31,76 |

Tabla 5.1 Precios de tipos de cables aéreos

5.1.2.2 Elementos activos

| Redes aéreas | | |
|--|--------|-----------------------|
| Elementos activos | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Nodo óptico (OLT) | U | 8.000,00 |
| Equipo óptico de usuario (ONT) | U | 100,00 |
| Batería Alpha Cell 195 | U | 195,37 |
| Fuente Alpha Carcaza para 6 baterías | U | 617,94 |
| Fuente Alpha Modulo XM2915 Completa | U | 2.045,52 |
| Fuente de poder para nodo SG-4000/Motorola | U | 332,65 |
| Amplificador | U | 337,13 |

Tabla 5.2 Precios de Elementos activos

5.1.2.3 Elementos pasivos

| Redes aéreas | | |
|--|--------|-----------------------|
| Elementos pasivos | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Manga 3M | U | 39,34 |
| Splitter 1X8 | U | 37,00 |
| Caja de dispersión | U | 51,00 |
| Distribuidor de fibra óptica (ODF) - 16 bandejas | U | 176,00 |
| Acoplador 12 dB 1GHZ Regal RLS10-12 | U | 18,74 |
| Amarra plástica 10 cm | U | 0,03 |
| Atenuador PAD 13 dB LE | U | 1,49 |
| Atenuador PAD 24 dB LE | U | 1,49 |
| Tap 2 way 11 dB 1GHZ | U | 11,20 |
| Tap 4 way 14 dB 1 GHZ | U | 13,35 |
| Tap 8 way 17 dB 1 GHZ | U | 21,50 |

Tabla 5.3 Precios de Elementos pasivos

5.1.2.4 Elementos de sujeción

| Redes aéreas | | |
|---------------------------------|--------|-----------------------|
| Elementos de sujeción | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Herrajes Tipo A | 1 | 5,78 |
| Hebillas $\frac{3}{4}$ | 1 | 0,44 |
| Sunchos Metálicos $\frac{3}{4}$ | 1 | 30,00 |
| Abrazadera Galvanizada Doble | 1 | 7,30 |
| Abrazadera Galvanizada Simple | 1 | 5,12 |
| Band it cinta de 1/2" | Caja | 21,63 |
| Herraje tipo B | 1 | 9,90 |

Tabla 5.4 Precios de Elementos de sujeción

5.1.2.5 Mano de obra

| Redes aéreas | | |
|---|--------|-----------------------|
| Mano de obra | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Instalación de cable coaxial ,500 aéreo | metro | 0,50 |
| Instalación de cable coaxial ,500 S/M Tejido | metro | 0,85 |
| Instalación de cable fibra óptica aérea tejida | metro | 0,85 |
| Instalación de cable fibra óptica aérea con mensajero | metro | 0,85 |
| Instalación de sistema de tierra | U | 10,50 |
| Montaje cable cobre aéreo 10, 20, 50 y 100 pares | metro | 1,10 |
| Instalación herrajes tipo A | U | 0,60 |
| Instalación herrajes tipo B | U | 0,60 |
| Instalación de mangas (con ingreso de cables de 12 - 288 hilos) | U | 75,00 |
| Montaje de ODF o caja terminal | U | 18,00 |
| Fusión de hilo de fibra óptica (por hilo) | U | 12,00 |
| Instalación de poste (opcional) | U | 120,00 |
| Revisión de vías | metro | 0,88 |

Tabla 5.5 Costos de mano de obra

5.1.3 Precios de implementación de redes subterráneas; cables y accesorios

Según información registrada en el DMQ las redes privadas soterradas representan el 3% del total del despliegue de redes de telecomunicaciones, a esto hay que añadir las redes soterradas de la empresa pública de telecomunicaciones, a continuación se muestran algunos precios de los cables

y accesorios que utiliza la industria, cabe señalar que la tendencia es desplegar redes ópticas a través de la construcción de redes con cables de fibra óptica.

5.1.3.1 Tipos de cables

| Redes subterráneas | | |
|--|--------|-----------------------|
| Tipos de cables | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Cable de fibra óptica de fibra óptica para instalación subterránea PVP 144 hilos | Metro | 6,00 |
| Cable coaxial flexible | Metro | 2,93 |
| Cable multipar para canalizado ELAL - JF (100 pares) | Metro | 3,16 |

Tabla 5.6 Precios de tipos de cables subterráneos

5.1.3.2 Elementos activos

| Redes subterráneas | | |
|--------------------|--------|-----------------------|
| Elementos activos | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Fuente de batería | U | 617,94 |
| Amplificador | U | 337.13 |
| Nodo óptico (OLT) | U | 8,000.00 |
| Nodo óptico (ONT) | U | 100.00 |

Tabla 5.7 Precios de Elementos activos

5.1.3.3 Elementos pasivos

| Redes subterráneas | | |
|--|--------|-----------------------|
| Elementos pasivos | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Manga | U | 105,00 |
| Splitter 1X8 | U | 40,00 |
| Caja de dispersión | U | 55,00 |
| Distribuidor de fibra óptica (ODF) - 16 bandejas | U | 180,00 |
| Acoplador 12 dB 1GHZ Regal RLS10-12 | U | 18,74 |
| Obra civil base pedestal | U | 121,50 |
| Obra civil pozos | U | 229,50 |
| Obra civil instalación de minipostes | U | 60,75 |
| Base para postes | U | 54,00 |
| Pedestal | U | 400,00 |
| Atenuador PAD 24 dB LE | U | 1,49 |
| Tap 8 way 17 dB 1 GHZ | U | 21,50 |

Tabla 5.8 Precios de Elementos pasivos

5.1.3.4 Elementos de sujeción

| Redes subterráneas | | |
|---------------------------------|--------|-----------------------|
| Elementos de sujeción | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Herrajes tipo A | U | 5,78 |
| Hebillas $\frac{3}{4}$ | U | 0,44 |
| Sunchos metálicos $\frac{3}{4}$ | U | 30,00 |
| Abrazadera galvanizada doble | U | 7,30 |
| Abrazadera galvanizada simple | U | 5,12 |
| Band it cinta de 1/2" | Caja | 21,63 |

| | | |
|----------------------|---|------|
| Herraje tipo B | U | 9,90 |
| Consola y accesorios | U | 0,65 |

Tabla 5.9 Precios de Elementos de sujeción

5.1.3.5 Mano de obra

| REDES SUBTERRÁNEAS | | |
|--|--------|-----------------------|
| MANO DE OBRA | | |
| Descripción | Unidad | Precio Unitario (USD) |
| Instalación de pedestal metálico tipo 1 | U | 12,00 |
| Instalación de pedestal metálico tipo 2 | U | 12,00 |
| Instalación de pedestal metálico tipo 3 | U | 12,00 |
| Instalación de pedestal metálico tipo 4 | U | 12,00 |
| Instalación de pedestal metálico tipo 5 | U | 12,00 |
| Instalación de sistema de tierra | U | 10,50 |
| Montaje cable fibra óptica canalizada | metro | 0,47 |
| Inspección previa realización acometida Edificios | U | 9,00 |
| Instalación de cable coaxial RG-6 interior Edificio | metro | 1,10 |
| Instalación de cable coaxial RG-11 interior Edificio | metro | 1,10 |
| Instalación de cable coaxial .500 interior Edificio | metro | 1,10 |
| Instalación de elementos de red acometida Edificio | U | 0,90 |
| Montaje cable cobre por ducto 10, 20, 50 y 100 pares | metro | 1,10 |

| | | |
|---|-------|-------|
| Instalación de cable de fibra óptica PVP | metro | 0,94 |
| Revisión de vías | metro | 0,88 |
| Instalación de bajante en poste | metro | 15,00 |

Tabla 5.10 Costos de mano de obra

5.1.4 Análisis comparativo: Redes Aéreas vs Redes Soterradas

La progresiva demanda de servicios de telecomunicaciones ha generado que las empresas vinculadas a esta rama se sientan con la obligación de brindar cada día servicios con mayor calidad, flexibilidad, integridad, seguridad y velocidad de transmisión.

Hasta la actualidad los pares de cobre constituyen el soporte fundamental de la red telefónica urbana y se tiene previsto utilizarlos por unos años más, puesto que no resulta económicamente viable desechar toda esta cuantiosa inversión que fue realizada en planta externa y además debido al desarrollo de sistemas muy avanzados de transmisión digital, tales como las técnicas conocidas como XDSL, que han permitido utilizar dichos pares como soporte de transmisión en las modernas redes digitales de acceso, con velocidades que permiten la prestación de múltiples servicios y de características multimedios.

El soterramiento de estas redes se ha constituido una necesidad para el ordenamiento y mejora de la imagen urbana; sin embargo, presenta como inconveniente que ayuda a la penetración de humedad del medio y otros agentes al interior de los blindajes, degradando la resistencia de aislamiento eléctrica entre los pares, lo que puede producir diafonía, ruido, atenuación e interrupción de los servicio; además la inversión es importante y no se podría traspasar a los clientes a través de la factura de servicios de telecomunicaciones, técnicamente se puede solucionar presurizando los cables.

Una razón fundamental de la baja confiabilidad de los cables está dada en que los defectos en los mismos son virtualmente detectados sólo cuando causan interrupción en su funcionamiento, afectando un gran número de servicios, generalmente las interrupciones tienen una demora prolongada de restablecimiento, caso contrario tienen multas y sanciones por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones y afectaciones a los contratos suscritos con sus propios clientes.

Las ventajas de las redes soterradas tienen relación con los bajos costos de mantenimiento y la protección de seguridad que se da a los cables, ya que impide las pérdidas causadas por las conexiones ilegales, cortes de servicio por reubicación y postes chocados; además proporcionan mayor seguridad a los usuarios, ya que se cuenta con ductos y triductos para cada cable de operadora, respetando así su posición de red; sin embargo, la inversión inicial es mayor que el tendido de red aérea, en la tabla 5.11 se detalla las ventajas y desventajas de redes soterradas.

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| Mucho más confiable | Su alto costo de inversión inicial |
| Son más estéticas, pues no están a la vista | Se dificulta la localización de fallas |
| Son mucho más seguras | El mantenimiento es más complicado y reparaciones más demoradas |
| No están expuestas a vandalismo | Están expuestas a la humedad y a la acción de los roedores |

Tabla 5.11 Ventajas y desventajas de redes soterradas

Las ventajas de las redes áreas tienen relación con la fácil, económica, sencilla y rápida instalación de las mismas, además la infraestructura para su colocación se encuentra existente, tal es el caso de postes de las empresas eléctricas y los propios de las empresas de telecomunicaciones, por lo cual brindar el servicio a los usuarios se lo realiza en tiempos inmediatos; sin embargo las redes aéreas son muy vulnerables, ya que pueden sufrir cortes de servicio por múltiples causas como: postes chocados y desplomados,

instalación de redes de otras operadoras, debido a que pueden causar mayor peso o incluirse en sus mismos herrajes y producir sobrecarga, afectaciones climáticas y naturales, mantenimientos de la postería, entre otras.

Ambos diseños tienen ventajas y desventajas, en la tabla 5.12 se muestran las principales ventajas de los tipos de redes, cabe señalar que las redes soterradas están en el orden de 2 veces más que las redes aéreas en lo referente a la inversión inicial; influye para la parte soterrada, las características de suelo, los obstáculos que se encuentren a lo largo de la canalización como son las instalaciones de otros servicios, las distancias de intervención, el tipo de maquinaria que se debe utilizar, el tipo de zanja o si es micro zanjado, el número de ductos, etc. [35]

| Despliegue aéreo | Despliegue subterráneo |
|---|--|
| Costo: ventaja principal, más económico en su inversión inicial | Estética: menor impacto visual |
| Vida útil: 30 a 50 años | Seguridad: menor riesgo de contacto con afectación de reubicación y postes chocados, mantenimiento postes, etc., |
| Servicio: encuentro de fallas y reparación más rápida | Mantenimiento: menor costo |

Tabla 5.12 Ventajas de redes aéreas vs soterradas

Debido a que las redes telefónicas se han ido desplegando por más de 50 años y las redes de telecomunicaciones desde la apertura del sector en el año 1994, el tratar de ordenar las redes existentes genera una serie de complicaciones, para detener el desorden y tratar de revertir los años pasados de despliegue de redes, es necesario disponer de una norma técnica y administrativa que permita a través del tiempo, realizar un ordenamiento de las redes citadas, en cualquier caso el impacto económico es determinante para el nuevo despliegue, así como la logística, toda vez que existen redes en paralelo pertenecientes a varios operadores.

Para determinar el impacto, se ha cuantificado para la extensión de un kilómetro, valores referenciales para cada tipo de topología en lo referente al tendido de las redes, en las tablas 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19 y 5.20

se presentan estos valores y su detalle en el Anexo IV; adicionalmente la renta de infraestructura aérea para un kilómetro a través de postes tiene un valor de \$250 al año, en lo referente a ductos para soterramiento no existe infraestructura y el 3% de redes de los operadores privados que se ha construido en el DMQ se ha realizado a través del adelanto de tasas por uso del espacio público de acuerdo a la Ordenanza Municipal No. 022.

| Tendido aéreo para red HFC | | |
|---|----------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos, cables y materiales locales e importados | 4 | 2.496,52 |
| Artículos complementarios | | 53.952,81 |
| Mano de obra | | 2.745,54 |
| Total USD tendido aéreo en 4 Km | | \$ 59.194,87 |
| Total USD tendido aéreo en 1 Km | | \$ 14.798,72 |

Tabla 5.13 Tendido aéreo para red HFC en 1 Km

El total (USD) de tendido aéreo para una red HFC por metro es de \$ 14,80, valor referencial para este tipo de topología.

| Tendido soterrado para red HFC | | |
|---|----------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos, cables y materiales locales e importados | 4 | 1.235,76 |
| Artículos complementarios | | 114.398,62 |
| Mano de obra | | 6.336,61 |
| Total USD tendido soterrado en 4 Km | | \$ 121.970,99 |
| Total USD tendido soterrado en 1 Km | | \$ 30.492,75 |

Tabla 5.14 Tendido soterrado para red HFC en 1 Km

El total (USD) de tendido soterrado para una red HFC por metro es de \$ 30,49.

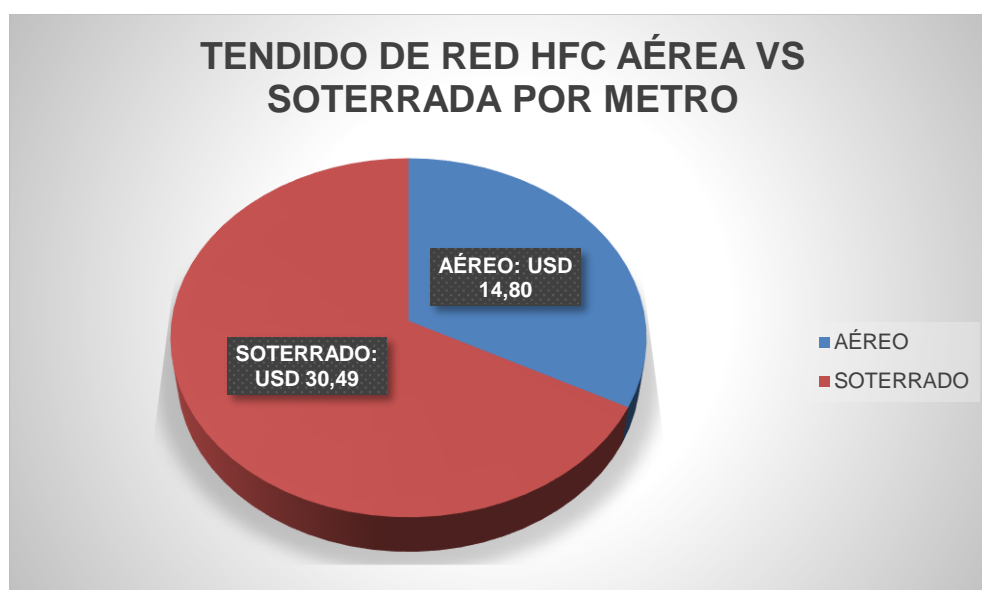


Figura. 5.1. Comparación de tendido de red HFC aérea vs soterrada

En la figura 5.1 se observa la relación de 2 a 1 en cuanto a los valores para las instalaciones de cada tipo de tecnología de red.

| Tendido aéreo para red de Fibra Óptica | | |
|---|----------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos, cables y materiales locales e importados | 4 | 1.554,24 |
| Artículos complementarios | | 60.807,65 |
| Mano de obra | | 4.938,27 |
| Total USD tendido aéreo en 4 Km | | \$ 67.300,16 |
| Total USD tendido aéreo en 1 Km | | \$ 16.825,04 |

Tabla 5.15 Tendido aéreo para red de fibra óptica en 1 Km

El total (USD) de tendido aéreo para una red de fibra óptica por metro es de \$ 16,83; referencia proporcionada por un operador de la industria.

| Tendido soterrado para red de Fibra Óptica | | |
|--|-------------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos y materiales locales e importados | 4 | 252,00 |
| Artículos complementarios | | 66.550,90 |
| Mano de obra | | 9.226,30 |
| Total USD tendido aéreo en 4 Km | | \$ 76.029,20 |
| Total USD tendido aéreo en 1 Km | | \$ 19.007,30 |

Tabla 5.16 Tendido soterrado para red de fibra óptica sin protección de anti roedores en 1 Km

El total (USD) de tendido soterrado para una red de fibra óptica sin protección de anti roedores por metro es de \$ 19,00; información proporcionada por el mismo operador de los datos de la tabla 5.15

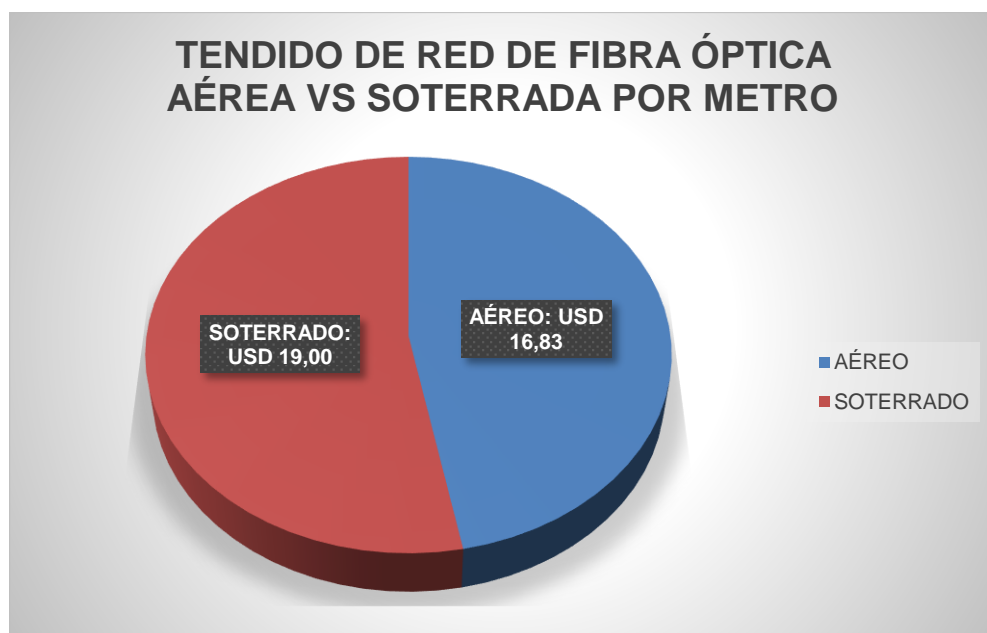


Figura. 5.2. Comparación de tendido de red de fibra óptica aérea vs soterrada sin protección anti roedores

| Tendido aéreo para red de Fibra Óptica | | |
|---|----------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos y materiales locales e importados y artículos complementarios | 4 | 56.912,00 |
| Mano de obra | | 596,00 |
| Total USD tendido aéreo en 4 Km | | \$ 57.508,00 |
| Total USD tendido aéreo en 1 Km | | \$ 14.377,00 |

Tabla 5.17 Tendido aéreo para red de fibra óptica en 1 Km

El total (USD) de tendido aéreo para una red de fibra óptica por metro es de \$ 14,38, valores de referencia proporcionados por otro operador, también para los valores de la tabla 5.18.

| Tendido soterrado para red de Fibra Óptica especial anti roedores | | |
|---|----------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos y materiales locales e importados y artículos complementarios | 4 | 123.200,00 |
| Mano de obra | | 596,00 |
| Total USD tendido aéreo en 4 km | | \$ 123.796,00 |
| Total USD tendido aéreo en 1 km | | \$ 30.949,00 |

Tabla 5.18 Tendido soterrado para red de fibra óptica con protección de anti roedores en 1 Km

El total (USD) de tendido soterrado para una red de fibra óptica con protección de anti roedores por metro es de \$ 30,95.

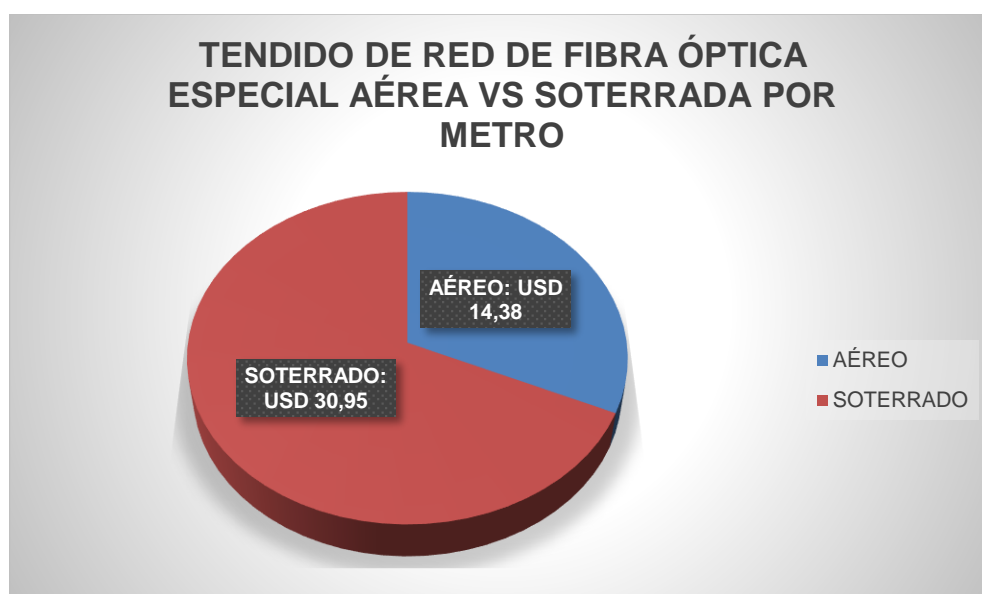


Figura. 5.3. Comparación de tendido de red de fibra óptica aérea vs soterrada con protección anti roedores

Para este tipo de cables con valores proporcionados por un operador integrante de la industria, se observa una relación de 2 a 1 entre los valores de despliegue aéreo versus el soterrado.

| Tendido aéreo para red de cable multipar | | |
|---|----------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos y materiales locales e importados y artículos complementarios | 4 | 24.228,76 |
| Mano de obra | | 3.778,00 |
| Total USD tendido aéreo en 4 km | | \$ 28.006,76 |
| Total USD tendido aéreo en 1 Km | | \$ 7.001,69 |

Tabla 5.19 Tendido aéreo para red de cable multipar en 1 Km

El total (USD) de tendido aéreo para una red de cable multipar por metro es de \$ 7,00.

| Tendido soterrado para red de cable multipar | | |
|---|----------------|-----------------------|
| Material | Distancia (Km) | Precio Unitario (USD) |
| Equipos y materiales locales e importados y artículos complementarios | 4 | 25.002,04 |
| Mano de obra | | 4.061,00 |
| Total USD tendido aéreo en 4 Km | | \$ 29.063,04 |
| Total USD tendido aéreo en 1 Km | | \$ 7.265,76 |

Tabla 5.20 Tendido soterrado para red de cable multipar en 1 Km

El total (USD) de tendido soterrado para una red de cable multipar por metro es de \$ 7,27.

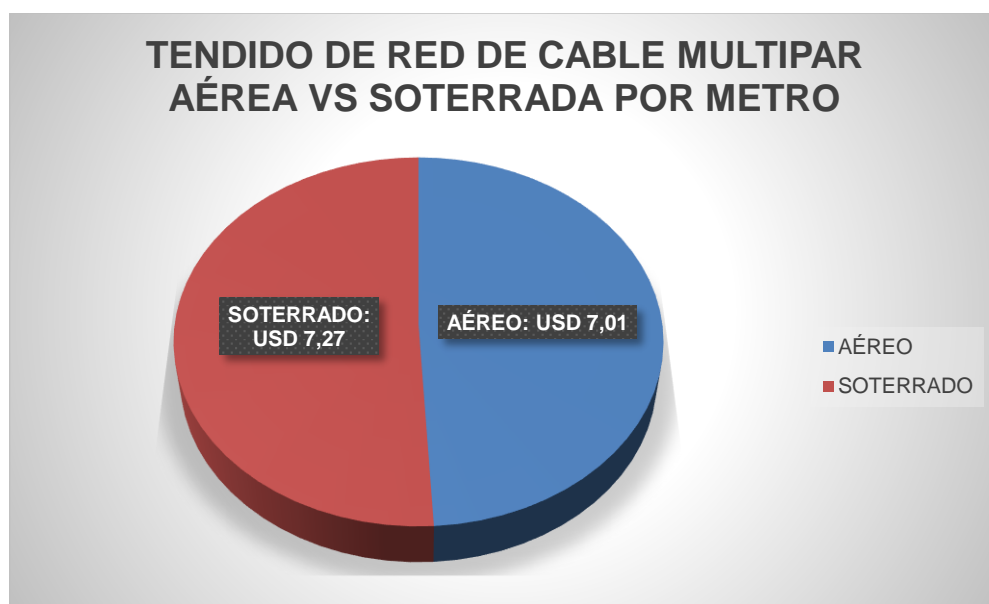


Figura. 5.4. Comparación de tendido de red de cable multipar aéreo vs soterrado

Para las redes de cobre, debido a su topología de redes primarias, secundarias y distribución, la estructura de los cables y el número de pares trenzados por cables, hacen que el comparativo sea extenso, siendo el objetivo el tener referencia de valores por unidad de longitud lineal en redes aéreas o soterradas, se presenta a manera de ilustración, las redes para cables de 100 pares.

5.1.5 Costo de ordenamiento aéreo

La Empresa Eléctrica Quito en los últimos años ha creado unidades administrativas y técnicas para coadyuvar con el ordenamiento de redes de telecomunicaciones, realizando las actividades de retiro de cable sin conectividad, compactación de herrajes y empaquetamiento de redes, para costear estas actividades, valores que se muestran en las tablas 5.21 y 5.22, se recurrió al aporte de información de diferentes operadoras.

| Análisis de precios unitarios: retiro de cables sin conectividad | | |
|--|-----|------------------------|
| Conceptos | | Valor hora(USD) |
| Costos Directos | | |
| Dirección Técnica | | 10,21 |
| Mano de obra (Cuadrilla) | | 24,90 |
| Vehículos | | 27,59 |
| Equipos y Herramientas | | 4,60 |
| Subtotal Costos Directos | | 67,29 |
| Costos Indirectos | | |
| Gastos Administrativos | 12% | 8,07 |
| Total | | 75,36 |
| Análisis de precios unitarios: compactar herrajes de líneas de telecomunicaciones | | |
| Conceptos | | Valor hora(USD) |
| Costos Directos | | |
| Dirección Técnica | | 10,21 |
| Mano de obra (Cuadrilla) | | 24,90 |
| Vehículos | | 27,59 |
| Equipos y Herramientas | | 4,60 |
| Subtotal Costos Directos | | 67,29 |
| Costos Indirectos | | |
| Gastos Administrativos | 12% | 8,07 |
| Total | | 75,36 |
| Análisis de precios unitarios empaquetamiento | | |
| Conceptos | | Valor hora(USD) |
| Costos Directos | | |

| | | |
|---------------------------------|-----|---------------|
| Dirección Técnica | | 10,21 |
| Mano de obra (Cuadrilla) | | 18,67 |
| Conductor de la canastilla | | 5,55 |
| Canastilla | | 61,59 |
| Equipos y Herramientas | | 4,60 |
| Subtotal Costos Directos | | 100,62 |
| Costos Indirectos | | |
| Gastos Administrativos | 12% | 12,07 |
| Total | | 112,69 |

Tabla 5.21 Costos de Ordenamiento de Redes

Al realiza un análisis de Costo vs Rendimiento, se obtiene lo siguiente:

| Costo vs Rendimiento (Por Cuadrilla) | | | | | | |
|---|-----------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| Actividad | Rendimiento diario (metros) | # Postes diarios | Precio Hora(USD) | Precio Día(USD) | Precio por Poste(USD) | Precio por metro (USD) |
| Retiro de cable sin conectividad | 230 | 5.75 | 75.35 | 602.78 | 104.83 | 2.62 |
| Compactar herrajes de líneas de telecomunicación | 210 | 5.25 | 75.35 | 602.78 | 114.82 | 2.87 |
| Empaquetamiento sin Rack Tipo | 190 | 4.75 | 112.70 | 901.58 | 189.81 | 4.75 |
| Total USD de Ordenamiento de redes de Telecomunicaciones | | | | | | 10,24 |

Tabla 5.22 Costos vs Rendimiento de Ordenamiento de Redes

5.1.6 Implicaciones de costos en las empresas operadoras: redes aéreas vs redes soterradas

Las operadoras de servicios de telecomunicaciones están presionadas para desplegar redes de conectividad y al mismo tiempo instalar las mismas cumpliendo normas técnicas, el mercado ecuatoriano en el que están inmiscuidos los ciudadanos de Quito presionan por la disminución de los

precios de los servicios de telecomunicaciones, en este contexto el cambiar las actuales redes aéreas por redes soterradas generan costos que no son factibles trasladar a los clientes, por lo tanto existe un impacto económico en la operación de las empresas prestadoras de servicios, en esta misma dirección el hecho de ordenar las redes existentes; es decir, bajar las redes, retirar los cables sin conectividad, ordenar y volver a sujetarlos, es una tarea que resulta más compleja que el despliegue de nuevas redes, más aún al coexistir redes de varios operadores.

Existen técnicas modernas para el soterramiento de redes, como la tecnología sin zanjas (topos), sin embargo todavía comercialmente no se está utilizando, por lo que la dificultad de trabajar con los métodos tradicionales de excavación, colocación de ductos y posterior reposición de pavimento o asfalto, hacen que en términos de tiempo se demore años esta tarea de mejorar el despliegue de las redes, con fines de seguridad, estética y calidad de servicios.

Para determinar el impacto sobre las operadoras, se estimó el ingreso que tuvieron por la prestación de los servicios de telecomunicaciones (telefonía fija, portadores e internet), al cierre fiscal del 2013 se recopiló información de la Superintendencia de Compañías, Superintendencia de Telecomunicaciones, Secretaria Nacional de Telecomunicaciones y el resultado se muestra en la tabla 5.23, en la cual se observa que los ingresos son del orden de \$250 millones anuales. [36], [37] y [38]

| | |
|---------------------|---|
| | Internet y portador Pichincha Junio 2014 |
| Suscriptores | 415.661 |

| Proveedor | Suscriptores Nacionales Internet y Portador | Servicios Internet y Portador Pichincha | Servicios de voz Pichincha |
|--|---|---|----------------------------|
| CNT | 684.736 | 233.531 | 731.343 |
| TV Cable (Suratel+Setel+Satelcom) | 170.568 | 58.173 | 27.328 |
| Ecuadortelecom | 121.296 | 41.369 | 49.144 |
| Puntonet | 38.020 | 12.967 | - |
| Otros (Level3, Telefónica, Megadatos, Transtelco, etc) | 194.224 | 66.241 | 5.000 |
| Telconet | 9.917 | 3.383 | |
| Total | 1.218.761 | 415.664 | 812.815 |
| Participación de Pichincha: | 34,11% | | |

| Proveedor | USD Nacional 2013 | Observaciones | ARPU | Facturación anual de Servicios de voz, Internet y Portador Pichincha 2013 |
|--|--------------------------|--|-----------|---|
| CNT | \$ 507.928.646,00 | Super Cias (Datos 2008), proyección 2013 | \$ 17,02 | \$ 149.413.344,00 |
| TV Cable (Suratel+Setel+Satelcom) | \$ 148.016.454,10 | Super Cias (Internet, Voz) | \$ 42,32 | \$ 29.539.411,67 |
| Ecuadortelecom | \$ 57.568.191,00 | Super Cias (Internet, Voz, restado TV) | \$ 30,00 | \$ 14.892.840,00 |
| Puntonet | \$ 23.802.307,00 | Super Cias (Internet y portador) | \$ 52,17 | \$ 8.117.951,47 |
| Otros (Level3, Telefónica, Megadatos, Transtelco, etc) | \$ 28.814.569,00 | Estimación (Sólo Internet y portador) | \$ 25,00 | \$ 19.872.300,00 |
| Telconet | \$ 83.000.000,00 | Super Cias (Internet, Datos) | \$ 697,46 | \$ 28.313.905,41 |
| Total | \$ 849.130.167,10 | Total | | \$ 250.149.752,55 |

Tabla 5.23 Ingresos 2013, servicios de telecomunicaciones en el DMQ (telefonía fija, portadores e internet)

Las redes registradas en el DMQ por parte de los operadores privados que prestan los servicios de telecomunicaciones citados al amparo del cumplimiento de la Ordenanza Municipal No. 022, según información de la industria, se presenta en la tabla 5.24, es del orden de 9 millones de metros de cable; se estima que las redes de los operadores públicos es similar; es decir, otros 9 millones de metros de cable.

| Redes de Telecomunicaciones DMQ, 2013 | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Telconet | 1.100.000,00 |
| Level 3 | 500.000,00 |
| TV Cable | 2.500.000,00 |
| Puntonet | 240.000,00 |
| Claro (Ecuadortelecom) | 2.500.000,00 |
| Concel | 1.000.000,00 |
| Otecel | 1.500.000,00 |
| Otros | 104.000,00 |
| Total (metros) | 9.444.000,00 |

Tabla 5.24 Redes de Telecomunicaciones de operadores privados en el 2013, DMQ

Según lo indicado en el numeral 5.1.1, los operadores privados utilizan 210 mil posiciones de postes y los operadores públicos utilizan 226 mil posiciones de postes; en el DMQ existen 230 mil postes (estimados 9 millones de metros lineales), con esta información se puede observar que en promedio existen por cada poste dos cables, ciertamente en áreas comerciales y de alta densidad poblacional, la concentración de cables es mayor, teniendo en zonas residenciales en algunos sectores la presencia de un único operador.

De experiencia de la industria en la construcción de ductos para soterrar cables, se tiene una referencia de \$125 por cada metro de ductería (6 ductos PVC de 4") con la correspondiente excavación y reposición de aceras, este tipo de iniciativas están llevando adelante 5 operadores privados que tienen la mayoría de clientes, por consiguiente tenemos un valor de \$25 por cada metro de ducto y por operadora.

Escenarios:

Soterramiento: Con los valores registrados en la tabla 5.24 para el soterramiento de redes y el valor de \$125/por metro de ductería (6 ductos de 4")/industria, si asumimos que los 9 millones de metros lineales registrados en el DMQ por los operadores privados, consideran que la mayoría de los clientes prácticamente están en 5 operadores mayoritarios, se podría decir que se debería soterrar 1.8 millones de metros; es decir, se requieren \$225 millones para infraestructura civil en ductería, para soterrar las redes existentes de los operadores privados y otro tanto para las redes de los operadores públicos.

Esta consideración exige el cambio del tipo de cable entre otros elementos y accesorios, para cambiar una red aérea a soterrada, desde esta perspectiva si se tienen registrados 9 millones de metros por parte de los operadores privados, para cambiar la red conforme los precios presentados en las figuras 5.1 y 5.3 dan una relación de 2 a1, teniendo valores de \$30 mil por kilómetro para redes soterradas, es necesario acotar que en el diseño de cada red de cada operador y en función de la obsolescencia deben definir qué cambios realizar a nivel de elementos activos; como ilustración citamos valores

para cables RG500, para aéreos \$1.50 por metro, para soterrados \$2.93 por metro; en fibra óptica de 36 hilos, para aéreo \$1.44/m y soterrado \$3.48/m con cables anti roedores.

Para dimensionar el impacto por cambio de estructura de redes de tipo aéreo a soterrado para todo el DMQ, como ejemplo de la magnitud, si solo consideramos el valor de la fibra para una de 36 hilos, los operadores privados requieren invertir para los 9 millones de metros, el valor de \$ 31,320 millones.

Para el caso de los operadores públicos sería algo similar debido a la extensión de redes que es también del orden de 9 millones de metros, ciertamente las redes de los operadores incumbentes disponen de redes soterradas especialmente a nivel de redes de transporte, esto se debe a que antes de la apertura del sector para concesionar a operadores privados que presten servicios públicos, estas redes tienen muchos años en su instalación y se ha ido incorporando políticas para este despliegue a nivel de aceras, urbanizaciones y edificaciones.

Ordenamiento de redes: como se ha comentado el ordenar las redes existentes, a más de su complejidad por disponer redes en paralelo y entrelazadas de varios operadores, se debe soltar las amarras de los postes, retirar los cables sin conectividad, rotular y ordenar, teniendo un especial cuidado para no interrumpir el servicios y dejar ordenadas las redes para posterior mantenimiento y operación.

Con los valores registrados en la tabla 5.22 para el ordenamiento de redes que es de \$10/por metro lineal/industria, si asumimos que los 9 millones de metros lineales registrados en el DMQ por los operadores privados, consideran que la mayoría de los clientes prácticamente están en 5 operadores mayoritarios, se podría decir que se debería ordenar 1.8 millones de metros; es decir, se requieren \$18 millones para ordenar las redes existentes de los operadores privados y otro tanto para las redes de los operadores públicos.

Siendo este escenario el más factible aunque el menos técnico, se requieren \$36 millones como industria para ordenar las redes aérea existentes y si consideramos que el ingreso de todos los operadores que utilizan redes aéreas para proporcionar servicios de telecomunicaciones de telefonía fija, portadores e internet que en diciembre del 2013 fue de \$ 250 millones, representa el 14% de los ingresos, siendo un impacto que reduciría la rentabilidad en la misma proporción y al no ser factible el traspaso de estos valores al cliente, algunos operadores tendrían dificultades financieras para este cumplimiento.

Es necesario que se genere una normativa a través de la Institución Pública competente como es el CONATEL para que se adopte a nivel nacional y en los diferentes municipios se recoja como norma de carácter universal, en este contexto la aplicación dentro del DMQ es de alto impacto por el número de usuarios y cantidad de redes desplegadas, adicionalmente el MINTEL como rector de las políticas públicas para este sector debe estructurar en Plan Nacional de soterramiento y ordenamiento de las redes para conseguir el objetivo del Ejecutivo, que es minimizar el impacto, contaminación ambiental y dar seguridad a los ciudadanos.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Con la investigación se evidencia que el despliegue de redes aéreas para proporcionar servicios de telecomunicaciones, ha generado un gran desorden técnico, lo que causa inseguridad para los transeúntes, así como contaminación visual y ambiental.
- Existen tres tipos de topologías y tecnologías para el despliegue de servicios de telecomunicaciones, éstas son: redes de cobre con cables multipar trenzado, que sirven para proporcionar servicios de telefonía fija y acceso a internet, a través de la operadora pública; redes híbridas HFC con despliegue de fibra óptica y cable coaxial, para servicios convergentes de telefonía, internet y televisión por suscripción y las redes de fibra óptica para transmisión de datos (servicios portadores) y acceso a internet.
- Existe una Ordenanza Municipal para el DMQ que considera el despliegue de redes de transporte soterradas en todo el DMQ y bajo excepción el despliegue aéreo, sin embargo no existen ductos soterrados para cumplir esta exigencia.

- La EEQ por su lado en forma unilateral suspende los contratos de uso de los postes con los operadores durante el año 2014, generando restricciones en el despliegue de la conectividad para el acceso a los servicios públicos de telecomunicaciones, la EEQ se sustenta en la emergencia en la que se encuentra la red de distribución eléctrica por el desorden del despliegue de las redes de telecomunicaciones.
- No existe una norma técnica - legal que obligue a las operadoras públicas y privadas que prestan servicios públicos de telecomunicaciones, la construcción de redes aéreas o soterradas y en consecuencia a través de la presente investigación se realiza una propuesta de normativa que coadyuve al organismo regulador de telecomunicaciones para su emisión.
- La inversión en ductos, según información de la industria, tiene un orden de magnitud de \$225 millones para cumplir con la Ordenanza Municipal No. 022 que se encuentra vigente.
- El cambio de redes, de aéreas a soterradas, tiene un impacto económico en los operadores, en promedio por cada Km se debe invertir \$30 mil tanto para redes HFC como de fibra óptica, esta inversión también debe ser evaluada para definir los planes de intervención en las zonas más críticas.
- Los costos para la industria para ordenar las redes aéreas tienen una magnitud de \$36 millones, mientras que los ingresos por servicios de telecomunicaciones estimados en el 2013 son de \$250 millones, esto significa asignar el 14% de los ingresos para ordenar las redes, al no poder traspasar estos valores a los usuarios, se debe disponer de un plan de ordenamiento no menor a tres años, afín de impactar lo menos posible en los resultados económicos de las empresas.

- Para optimizar el uso de los recursos es necesario compartir infraestructura, integrar a todos los operadores a través de una sola entidad jurídica que participe en estos procesos y que observen los requerimientos técnicos de despliegue de redes para alinearse con los requerimientos de seguridad ciudadana; así como la participación activa de todos los entes involucrados del sector.

6.2 RECOMENDACIONES

- Insistir con las autoridades regulatorias y operadores para adoptar una norma técnica – legal, que permita disponer de una herramienta para el despliegue técnico de las redes de telecomunicaciones en el DMQ y que se propague a nivel nacional.
- Conjuntamente operadores y reguladores deben desarrollar los planes con alcance Nacional, en los cuales se considere al DMQ, tanto para el soterramiento como para el ordenamiento de las redes.
- Debido al alto impacto económico en la industria de los prestadores de servicios de telefonía fija, transmisión de datos y acceso a internet, es procedente que se definan plazos no inferiores a tres años para el ordenamiento y plazos superiores a 5 años (por los niveles de inversión en el cambio del tipo de redes) para el soterramiento, a pesar de haber realizado el estudio para el DMQ, esta normativa y planes de intervención deben desarrollarse a nivel Nacional.
- La canalización tiene una inversión cuantiosa y al no ser parte directa de la infraestructura de los operadores, la construcción de la obra civil para los ductos, debería ser concesionada, a cambio de lo cual los operadores deberán cancelar un valor por el uso y las administraciones Municipales como las del DMQ deberían eliminar las tasas por uso del espacio público en lo referente a esta materia.

- Siendo el ordenamiento de las redes, el escenario más factible de realizar a pesar de no ser el técnicamente más óptimo, debería asignarse esta tarea a la EEQ por ser la propietaria de los postes y ser una institución independiente de los operadores, sin embargo es necesario que se considere un valor del orden de \$10 por metro lineal para el ordenamiento de las redes de los operadores que operan en el DMQ.

ANEXO I

ZONIFICACIÓN PARA ESPACIO PÚBLICO SEGÚN ORDENANZA MUNICIPAL No. 022

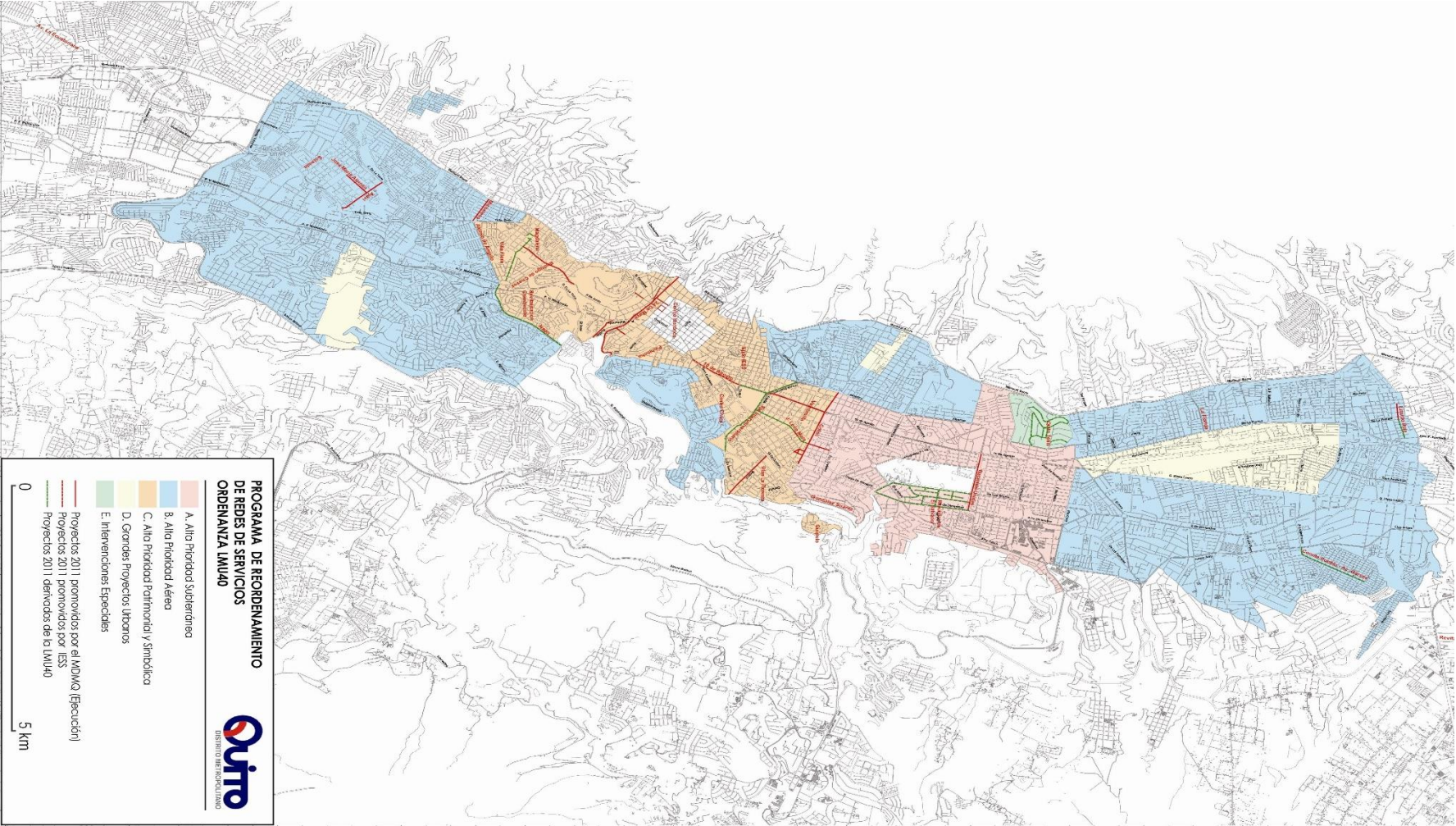


Figura. A1.1. Zonificación de espacio público

ANEXO II

PROCESO DE ORDENAMIENTO DE REDES

PROCESO DE ORDENAMIENTO DE REDES AEREAS

| Fase | Actividades | Responsables |
|----------------------|---|------------------------------------|
| PLANIFICACION | 1. Inspección de la vía a intervenir | Operadoras - STHV-EEQ |
| | 2. Identificación de restricciones de ejecución | Operadoras - STHV-EEQ |
| | 3. Determinación de horarios | Movilidad – STHV |
| | 4. Programación | STHV – EEQ |
| EJECUCIÓN | 1. Identificación de redes en las vías y tramos indicados | Operadoras |
| | 2. Retiro de redes sin conectividad y sin identificación | Operadoras - Supertel - STHV – EEQ |
| | 3. Control del registro de redes | Operadoras - STHV – EEQ |
| | 4. Reubicación de reservas, elementos activos y pasivos según norma | Operadoras |
| | 5. Asignación de posición de instalación de redes (propuesta) | Operadoras |
| | 6. Compactación de redes en poste | Operadoras |
| | 7. Empaquetamiento de redes | Operadoras |
| CONTROL | Supervisión | STHV- EEQ |

Tabla. A 2.1. Procesos de Ordenamiento de redes aéreas

ANEXO III

PROCESO DE REUBICACIÓN DE REDES

PROCESO DE REUBICACION DE REDES AEREAS

| | Actividades | Responsables |
|----------------------|---|------------------------------------|
| PLANIFICACIÓN | 1. Inspección de la vía a intervenir | Operadoras - STHV-EEQ |
| | 2. Determinación de tramos de red a ser reubicadas | Operadoras - STHV-EEQ |
| | 3. Identificación de restricciones de ejecución | Operadoras - STHV-EEQ |
| | 4. Determinación de horarios | Movilidad – STHV |
| | 5. Programación | STHV – EEQ |
| EJECUCIÓN | 1. Identificación de redes en las vías y tramos indicados | Operadoras |
| | 2. Retiro de redes sin conectividad y sin identificación | Operadoras - Supertel - STHV – EEQ |
| | 3. Control del registro de redes | Operadoras - STHV – EEQ |
| | 4. Reubicación de reservas, elementos activos y pasivos según norma | Operadoras |
| | 5. Asignación de posición de instalación de redes (propuesta) | Operadoras |
| | 6. Compactación de redes en poste | Operadoras |
| | 7. empaquetamiento de redes | Operadoras |
| CONTROL | Supervisión | STHV- EEQ |

NOTA : este es un proceso mixto (reubicación y ordenamiento)

Tabla. A 3.1. Procesos de Reubicación de redes aéreas

ANEXO IV

VALORES REFERENCIALES PARA CADA TIPO DE TOPOLOGÍA EN LO REFERENTE AL TENDIDO DE LAS REDES

TENDIDO AÉREO PARA RED HFC POR METRO

| EQUIPOS Y MATERIALES LOCALES E IMPORTADOS | | | | | |
|--|--|----------|----------------|-------------|-------------|
| Artículos | | | Costos | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total | |
| ABRAZADERA GALVANIZADA DOBLE PARA POSTE DE 6 1/2" | U | 20 | \$ 7,30 | \$ 146,00 | |
| ABRAZADERA GALVANIZADA SIMPLE PARA POSTE DE 6 1/2" | U | 50 | \$ 5,12 | \$ 256,00 | |
| ANILLO PLANO DE 1/2 | U | 30 | \$ 0,19 | \$ 5,70 | |
| BRAZO PARA CONSTRUCCION 0,75 MTRS. | U | 2 | \$ 50,00 | \$ 100,00 | |
| BRAZO PARA CONSTRUCCION 1,0 MTRS. | U | 1 | \$ 70,00 | \$ 70,00 | |
| CABLE DE ATERRIZAJE AWG # 8 (Solido) | METROS | 688 | \$ 1,50 | \$ 1.032,00 | |
| CABLE SUCRE # AWG 2x12 | METROS | 20 | \$ 2,28 | \$ 45,60 | |
| KIT DE CABLE AWG #6 PARA BATERIAS DE FUENTE ALPHA | U | 4 | \$ 31,76 | \$ 127,04 | |
| POSTE DE 9 MTRS @ 350Kg. | U | 2 | \$ 268,94 | \$ 537,88 | |
| TUBO CONDUIT EMT 1/2 DE 3 METROS | U | 50 | \$ 2,55 | \$ 127,50 | |
| TUERCA GALVANIZADA DE 1/2 | U | 20 | \$ 0,19 | \$ 3,80 | |
| TUERCA GALVANIZADA DE OJO 1/2" | U | 30 | \$ 1,50 | \$ 45,00 | |
| | | | | \$ 2.496,52 | |
| Artículos | | | Costos | | |
| No. Parte | Descripción | Unidad | Cantidad | C. Unitario | Costo Total |
| RLDC10-12 | ACOPLADOR 12 dB @ 1GHZ REGAL RLS10-12 | U | 2 | \$ 18,74 | \$ 37,48 |
| RLS-2 | ACOPLADOR SPLITTER 2 VIAS RLS10-2 | U | 6 | \$ 19,01 | \$ 114,06 |
| RLS-3 | ACOPLADOR SPLITTER 3 VIAS RLS10-3 | U | 1 | \$ 17,50 | \$ 17,50 |
| P-301 | AMARRA PLASTICAS 10 CM | U | 150 | \$ 0,03 | \$ 4,50 |
| JXP-2A | ATENUADOR PAD 02 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| JXP-4A | ATENUADOR PAD 04 dB. LE | U | 4 | \$ 1,49 | \$ 5,96 |
| JXP-5A | ATENUADOR PAD 05 dB. LE | U | 3 | \$ 1,49 | \$ 4,47 |
| JXP-6A | ATENUADOR PAD 06 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| JXP-7A | ATENUADOR PAD 07 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-8A | ATENUADOR PAD 08 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-10A | ATENUADOR PAD 10 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-11A | ATENUADOR PAD 11 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-12A | ATENUADOR PAD 12 dB. LE | U | 3 | \$ 1,49 | \$ 4,47 |
| JXP-13A | ATENUADOR PAD 13 dB. LE | U | 3 | \$ 1,49 | \$ 4,47 |
| JXP-14A | ATENUADOR PAD 14 dB. LE | U | 3 | \$ 1,49 | \$ 4,47 |
| JXP-15A | ATENUADOR PAD 15 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-16A | ATENUADOR PAD 16 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| JXP-17A | ATENUADOR PAD 17 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| JXP-18A | ATENUADOR PAD 18 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| C204 | BAND IT CINTA DE 1/2" | Caja | 5 | \$ 21,63 | \$ 108,15 |
| C254 | HEBILLA BAND IT C254 1/2" | U | 155 | \$ 0,44 | \$ 68,20 |
| | BATERIA ALPHA CELL 195 | U | 24 | \$ 195,37 | \$ 4.688,88 |
| 874-842-20 | BATTERY SENSE KIT 2X36 VDC 6" | U | 4 | \$ 47,36 | \$ 189,44 |
| P375500JCAM109 | CABLE COAXIAL 500 CON MENSAJERO | METROS | 4018,5 | \$ 1,50 | \$ 6.027,75 |
| - | CABLE COAXIAL RG-11 C / MENS / TRI-SHIELD | METROS | 610 | \$ 0,63 | \$ 384,30 |
| - | CABLE PARA NODO 6 FIBRAS SC/APC | U | 1 | \$ 115,00 | \$ 115,00 |
| EMCGT75R | CANDADOS DE CORTE PARA TAP 75 Ohm. | U | 890 | \$ 0,95 | \$ 845,50 |
| R5058 | CANDADOS PARA CONSTRUCCION | U | 110 | \$ 3,60 | \$ 396,00 |
| GRT-M | CARGA TAP GRT-M | U | 22 | \$ 3,60 | \$ 79,20 |
| LP175-9 | CILINDRO DE GAS PROPANO | U | 3 | \$ 11,38 | \$ 34,14 |
| 3M 20YARDAS | CINTA AISLANTE 3M | U | 3 | \$ 5,63 | \$ 16,89 |
| | COAXIAL SOUGE PROTECTOR 750OHM, ALPHA | U | 4 | \$ 9,93 | \$ 39,72 |
| GP-PA | CONECTOR 500 / PARA 180 GRADOS / GRANDE | U | 3 | \$ 15,78 | \$ 47,34 |
| ACC903EXT | CONECTOR 500 / TIPO L / 90 GRADOS / EXTRA LARGO | U | 8 | \$ 10,45 | \$ 83,60 |
| GO-90-3.0 | CONECTOR 500 / TIPO L / 90 GRADOS / PEQUEÑO | U | 10 | \$ 10,45 | \$ 104,50 |
| GRS500CHDU03 | CONECTOR PP CABLE 500 | U | 180 | \$ 9,57 | \$ 1.722,60 |
| JAB12H | GRAPA PARA VARILLA TIERRA 1/2 COOPERWELL | U | 50 | \$ 2,13 | \$ 106,50 |
| k1 | CONECTOR K1 | U | 110 | \$ 1,69 | \$ 185,90 |
| GAF404/201 | CONECTORES RG-11 SLC11 | U | 46 | \$ 2,84 | \$ 130,64 |
| - | CONECTOR RG-6 SLCU | U | 18 | \$ 0,26 | \$ 4,68 |
| GF625CHDCB | CONECTOR KS-F CON SUPRESION DE AC | U | 17 | \$ 5,38 | \$ 91,46 |
| GF625CH | CONECTOR KS-F SIN SUPRESION DE AC | U | 15 | \$ 2,98 | \$ 44,70 |
| AST-25-5C100 | CORREAS NEGRAS STRAPS GRANDE | U | 420 | \$ 0,33 | \$ 138,60 |
| 745-825-20 | DSM DOCSIS STATUS MONITOR - INC-DOCSIS Cm2.0 | U | 4 | \$ 328,75 | \$ 1.315,00 |
| EQ-750-2 | ECUALIZADOR 02 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-4 | ECUALIZADOR 04 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-6 | ECUALIZADOR 06 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-8 | ECUALIZADOR 08 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-10 | ECUALIZADOR 10 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-12 | ECUALIZADOR 12 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-16 | ECUALIZADOR 16 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-18 | ECUALIZADOR 18 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| SRE-40-2 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-2 | U | 1 | \$ 7,50 | \$ 7,50 |
| SRE-40-4 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-4 | U | 8 | \$ 7,50 | \$ 60,00 |
| SRE-40-6 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-6 | U | 2 | \$ 7,50 | \$ 15,00 |
| SRE-40-8 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-8 | U | 3 | \$ 7,50 | \$ 22,50 |
| FFE-8-75S | ECUALIZADOR DE LINEA PARA 750 MHZ | U | 12 | \$ 30,26 | \$ 363,12 |
| SEE-42-0 | ECUALIZADOR DE RETORNO 0 DB | U | 1 | \$ 7,19 | \$ 7,19 |
| CS-750-04 | ECUALIZADOR SIMULADOR 750-CS-04 | U | 2 | \$ 7,19 | \$ 14,38 |
| CS-750-07 | ECUALIZADOR SIMULADOR 750-CS-07 | U | 1 | \$ 7,19 | \$ 7,19 |
| PWE-61-2020-W-ISE | FUENTE ALPHA CARCAZA PARA 6 BATERIAS | U | 4 | \$ 617,94 | \$ 2.471,76 |
| XM2915M | FUENTE ALPHA MODULO XM2915 COMPLETA | U | 4 | \$ 2.045,52 | \$ 8.182,08 |
| SG4-PS | FUENTE DE PODER PARA NODO SG-4000 / MOTOROLA | U | 1 | \$ 332,65 | \$ 332,65 |
| FOSC400B4 | GABINETE ORGANIZADOR RAYCH 100 | U | 1 | \$ 216,30 | \$ 216,30 |
| 28-09600 | GRAPA TIPO J FIGURA 8 TANGT SUP. CLAMP. 1/2 | U | 35 | \$ 0,45 | \$ 15,75 |
| RPL-100 | INSERTOR DE FLUIDO DE PODER | U | 4 | \$ 25,20 | \$ 100,80 |
| | KIT CASE BKER Y MOMA ELECTRICA PARA FUENTE ALPHA | U | 4 | \$ 90,61 | \$ 362,44 |
| 3M 4414 | KIT DE LIMPIEZA 3M | U | 1 | \$ 24,08 | \$ 24,08 |

| No. Parte | Descripción | Unidad | Cantidad | C. Unitario | Costo Total |
|-------------------------------------|--|--------|----------|------------------------------|---------------------|
| - | LATAS DE PINTURA SPRAY. | U | 4 | \$ 2,50 | \$ 10,00 |
| - | KIT CABLE PARA 3 BATERIAS DE FUENTE ALPHA (CONECTOR ANDERSON) | U | 4 | \$ 25,99 | \$ 103,95 |
| BT100S-3HAXH-F | MINIBRIDGER BT 100S-3HAXH-F-3WAYS | U | 8 | \$ 810,00 | \$ 6.480,00 |
| BT100S-4HAXH-F | MINIBRIDGER BT 100S-4HAXH-F-4WAYS | U | 2 | \$ 990,20 | \$ 1.980,40 |
| SG4-87SS/SXX-NNN | Nodo Optico SG-4000 CON FUENTE | U | 1 | \$ 1.840,98 | \$ 1.840,98 |
| | PLACA ACRILICA 3MM IMPRESA 2 COLOR LOGO TVCABLE 125X60MM PLATINA B | U | 135 | \$ 0,56 | \$ 75,60 |
| 528784 | RECEPTOR OPTICO DE RETORNO GX2-DRR-2X65 | U | 2 | \$ 1.250,00 | \$ 2.500,00 |
| 740-162-20-001 | SENSOR DE TEMPERATURA | U | 4 | \$ 29,70 | \$ 118,80 |
| | TAMPER SWITCH PARA ARMARIO DE FUENTE ALFHA | U | 4 | \$ 20,00 | \$ 80,00 |
| 29-19943 | SOPORTE PARA TAP | U | 4 | \$ 1,24 | \$ 4,96 |
| MBS | TARJETA TRANSPONDER EMBEDDE XM-2 ALPHA | U | 4 | \$ 279,95 | \$ 1.119,80 |
| LAP120V60HZ | SUPRESOR DE TRANSIENTES 120V 60 HZ | U | 4 | \$ 26,79 | \$ 107,16 |
| RMT104-14BCP | TAP 4 WAY 14 DB 1 GHZ | U | 1 | \$ 13,35 | \$ 13,35 |
| RMT104-17BCP | TAP 4 WAY 17 DB 1 GHZ | U | 1 | \$ 13,63 | \$ 13,63 |
| RMT104-20BCP | TAP 4 WAY 20 DB 1 GHZ | U | 10 | \$ 13,35 | \$ 133,50 |
| RMT104-23BCP | TAP 4 WAY 23 DB 1 GHZ | U | 2 | \$ 10,90 | \$ 21,80 |
| RMT108-11BC | TAP 8 WAY 11 DB 1 GHZ | U | 11 | \$ 21,50 | \$ 236,50 |
| RMT108-14BCP | TAP 8 WAY 14 DB 1 GHZ | U | 11 | \$ 21,50 | \$ 236,50 |
| RMT108-17BCP | TAP 8 WAY 17 DB 1 GHZ | U | 15 | \$ 21,50 | \$ 322,50 |
| RMT108-20BCP | TAP 8 WAY 20 DB 1 GHZ | U | 19 | \$ 21,54 | \$ 409,26 |
| RMT108-23BCP | TAP 8 WAY 23 DB 1 GHZ | U | 14 | \$ 22,30 | \$ 312,20 |
| SG4-DRT-2X | TRANSMISOR DE RETORNO MUX - 2X /SG4-DRT-2X | U | 2 | \$ 1.951,41 | \$ 3.902,82 |
| GX2-LM1000B11 | TRANSMISOR OPTICO MODELO GX2 11 dB | U | 1 | \$ 3.898,65 | \$ 3.898,65 |
| TCS-17-48-S | TUBO TERMORETRACTABLE PANDUIT | U | 25 | \$ 8,13 | \$ 203,25 |
| G-KS-KS-M | UNION DE ELEMENTOS MACHO | U | 35 | \$ 3,00 | \$ 105,00 |
| W125 | VARRILLA DE TIERRA COPERWELL 1/2 X 2,43 MTS | U | 50 | \$ 5,12 | \$ 256,00 |
| | | | | | \$ 53.952,81 |
| COSTO DE MANO DE OBRA: | | | | Presupuesto | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación de 50 Sistema de tierra | | | | 525,00 |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Montale de Cable RG-11 | | | | 427,00 |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Montaje de 4084 metros de cable 500 C/M | | | | 1633,54 |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación de 4 FUENTES | | | | 160,00 |
| | | | | | \$ 2.745,54 |
| | | | | COSTO TOTAL POR 4 Km | \$ 59.194,87 |
| | | | | COSTO TOTAL POR METRO | \$ 14,49 |

Tabla A 4.1. Tendido aéreo para red HFC por metro

TENDIDO SOTERRADO PARA RED HFC POR METRO

| EQUIPOS Y MATERIALES LOCALES E IMPORTADOS | | | | | |
|---|--|----------|----------------|-------------|--------------|
| Artículos | | | | Costos | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total | |
| CABLE DE ATERRIZAJE AWG # 8 (Solido) | METROS | 560 | \$ 1,50 | \$ 840,00 | |
| CABLE SUCRE # AWG 2x12 | METROS | 90 | \$ 2,28 | \$ 205,20 | |
| KIT DE CABLE AWG #6 PARA BATERIAS DE FUENTE ALPHA | U | 6 | \$ 31,76 | \$ 190,56 | |
| | | | | \$ 1.235,76 | |
| Artículos | | | | Costos | |
| No. Parte | Descripción | Unidad | Cantidad | C. Unitario | Costo Total |
| RLDC10-12 | ACOPLADOR 12 dB @ 1GHZ REGAL RLS10-12 | U | 3 | \$ 18,74 | \$ 56,22 |
| RLS-2 | ACOPLADOR SPLITTER 2 VIAS RLS10-2 | U | 8 | \$ 19,01 | \$ 152,08 |
| RLS-3 | ACOPLADOR SPLITTER 3 VIAS RLS10-3 | U | 1 | \$ 17,50 | \$ 17,50 |
| P-301 | AMARRA PLASTICAS 10 CM | U | 150 | \$ 0,03 | \$ 4,50 |
| JXP-2A | ATENUADOR PAD 02 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| JXP-4A | ATENUADOR PAD 04 dB. LE | U | 4 | \$ 1,49 | \$ 5,96 |
| JXP-5A | ATENUADOR PAD 05 dB. LE | U | 3 | \$ 1,49 | \$ 4,47 |
| JXP-6A | ATENUADOR PAD 06 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-7A | ATENUADOR PAD 07 dB. LE | U | 4 | \$ 1,49 | \$ 5,96 |
| JXP-8A | ATENUADOR PAD 08 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-10A | ATENUADOR PAD 10 dB. LE | U | 4 | \$ 1,49 | \$ 5,96 |
| JXP-11A | ATENUADOR PAD 11 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-12A | ATENUADOR PAD 12 dB. LE | U | 3 | \$ 1,49 | \$ 4,47 |
| JXP-13A | ATENUADOR PAD 13 dB. LE | U | 5 | \$ 1,49 | \$ 7,45 |
| JXP-14A | ATENUADOR PAD 14 dB. LE | U | 3 | \$ 1,49 | \$ 4,47 |
| JXP-15A | ATENUADOR PAD 15 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-16A | ATENUADOR PAD 16 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| JXP-17A | ATENUADOR PAD 17 dB. LE | U | 2 | \$ 1,49 | \$ 2,98 |
| JXP-18A | ATENUADOR PAD 18 dB. LE | U | 1 | \$ 1,49 | \$ 1,49 |
| | BATERIA ALPHA CELL 195 | U | 36 | \$ 195,37 | \$ 7.033,32 |
| 874-842-20 | BATTERY SENSE KIT 2X36 VDC 6" | U | 6 | \$ 47,36 | \$ 284,16 |
| P375500JCAM109 | CABLE COAXIAL 500 SEMIFLEXIBLE | Pies | 26790 | \$ 0,88 | \$ 23.575,20 |
| - | CABLE COAXIAL RG-11 C / MENS / TRI-SHIELD | METROS | 610 | \$ 0,63 | \$ 384,30 |
| - | CABLE PARA NODO 6 FIBRAS SC/APC | U | 1 | \$ 115,00 | \$ 115,00 |
| BMCOT75R | CANDADOS DE CORTE PARA TAP 75 Ohm. | U | 890 | \$ 0,95 | \$ 845,50 |
| GRT-M | CARGA TAP GRT-M | U | 30 | \$ 3,60 | \$ 108,00 |
| LP175-9 | CILINDRO DE GAS PROPANO | U | 5 | \$ 11,38 | \$ 56,90 |
| 3M20YARDAS | CINTA AISLANTE 3M | U | 10 | \$ 5,63 | \$ 56,30 |
| | COAXIAL SOUGE PROTECTOR 750OHM, ALPHA | U | 6 | \$ 9,93 | \$ 59,58 |
| GP-PA | CONECTOR 500 / PARA 180 GRADOS / GRANDE | U | 5 | \$ 15,78 | \$ 78,90 |
| ACC903EXT | CONECTOR 500 / TIPO L / 90 GRADOS / EXTRA LARGO | U | 10 | \$ 10,45 | \$ 104,50 |
| GO-90-3.0 | CONECTOR 500 / TIPO L / 90 GRADOS / PEQUEÑO | U | 12 | \$ 10,45 | \$ 125,40 |
| GRS500CHDU03 | CONECTOR PP CABLE 500 | U | 220 | \$ 9,57 | \$ 2.105,40 |
| JAB12H | GRAPA PARA VARILLA TIERRA 1/2 COOPERWELL | U | 50 | \$ 2,13 | \$ 106,50 |
| K1 | CONECTOR KI | U | 30 | \$ 1,69 | \$ 50,70 |
| GAF404/201 | CONECTORES RG-11 SLC11 | U | 46 | \$ 2,84 | \$ 130,64 |
| - | CONECTOR RG-6 SLCU | U | 18 | \$ 0,26 | \$ 4,68 |
| GF625CHDCB | CONECTOR KS-F CON SUPRESION DE AC | U | 17 | \$ 5,38 | \$ 91,46 |
| GF625CH | CONECTOR KS-F SIN SUPRESION DE AC | U | 15 | \$ 2,98 | \$ 44,70 |
| AST-25-5C100 | CORREAS NEGRAS STRAPS GRANDE | U | 300 | \$ 0,33 | \$ 99,00 |
| 745-825-20 | DSM DOCSIS STATUS MONITOR - INC-DOCSIS Cm2.0 | U | 4 | \$ 328,75 | \$ 1.315,00 |
| EQ-750-2 | ECUALIZADOR 02 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-4 | ECUALIZADOR 04 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-6 | ECUALIZADOR 06 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-8 | ECUALIZADOR 08 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-10 | ECUALIZADOR 10 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-12 | ECUALIZADOR 12 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-16 | ECUALIZADOR 16 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| EQ-750-18 | ECUALIZADOR 18 DB 750 MHZ | U | 1 | \$ 9,38 | \$ 9,38 |
| SRE-40-2 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-2 | U | 1 | \$ 7,50 | \$ 7,50 |
| SRE-40-4 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-4 | U | 8 | \$ 7,50 | \$ 60,00 |
| SRE-40-6 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-6 | U | 2 | \$ 7,50 | \$ 15,00 |
| SRE-40-8 | ECUALIZADOR BT RETORNO 40-8 | U | 3 | \$ 7,50 | \$ 22,50 |
| FFE-8-75S | ECUALIZADOR DE LINEA PARA 750 MHZ | U | 12 | \$ 30,26 | \$ 363,12 |
| SEE-42-0 | ECUALIZADOR DE RETORNO 0 DB | U | 1 | \$ 7,19 | \$ 7,19 |
| CS-750-04 | ECUALIZADOR SIMULADOR 750-CS-04 | U | 2 | \$ 7,19 | \$ 14,38 |
| CS-750-07 | ECUALIZADOR SIMULADOR 750-CS-07 | U | 1 | \$ 7,19 | \$ 7,19 |
| PWE-61-2020-W-ISE | FUENTE ALPHA CARCAZA PARA 6 BATERIAS | U | 6 | \$ 617,94 | \$ 3.707,64 |
| XM2915M | FUENTE ALPHA MODULO XM2915 COMPLETA | U | 6 | \$ 2.045,52 | \$ 12.273,12 |
| SG4-PS | FUENTE DE PODER PARA NODO SG-4000 / MOTOROLA | U | 1 | \$ 332,65 | \$ 332,65 |
| FOSC400B4 | GABINETE ORGANIZADOR RAYCH 100 | U | 1 | \$ 216,30 | \$ 216,30 |
| 28-09600 | GRAPA TIPO J FIGURA 8 TANGT SUP. CLAMP. 1/2 | U | 35 | \$ 0,45 | \$ 15,75 |
| RPI-100 | INSERTOR DE FLUIDO DE PODER | U | 6 | \$ 25,20 | \$ 151,20 |
| | KIT CASE BREKER Y MOMA ELECTRICA PARA FUENTE ALPHA | U | 4 | \$ 90,61 | \$ 362,44 |

| No. Parte | Descripción | Unidad | Cantidad | C. Unitario | Costo Total |
|-------------------------------------|--|--------|----------|------------------------------|----------------------|
| 3M 4414 | KIT DE LIMPIEZA 3M | U | 1 | \$ 24,08 | \$ 24,08 |
| - | LATAS DE PINTURA SPRAY. | U | 4 | \$ 2,50 | \$ 10,00 |
| - | KIT CABLE PARA 3 BATERIAS DE FUENTE ALPHA (CONECTOR ANDERSON) | U | 6 | \$ 25,99 | \$ 155,93 |
| - | AMPLIFICADOR LINE EXTENDER PARA 750MHZ MOTOROLA | U | 2 | \$ 337,13 | \$ 674,26 |
| BT100S-3HAXH-F | MINIBRIDGER BT100S-3HAXH-F-3WAYS | U | 12 | \$ 810,00 | \$ 9.720,00 |
| BT100S-4HAXH-F | MINIBRIDGER BT100S-4HAXH-F-4WAYS | U | 4 | \$ 990,20 | \$ 3.960,80 |
| SG4-87SS/SXX-NNN | Nodo Optico SG-4000 CON FUENTE | U | 1 | \$ 1.840,98 | \$ 1.840,98 |
| | PLACA ACRILICA 3MM IMPRESA 2 COLOR LOGO TVCABLE 125X60MM PLATINA EN U | U | 200 | \$ 0,56 | \$ 112,00 |
| | PEDESTAL TIPO 1 (INCLUYE OBRA CIVIL MENOR: 2 DUCTOS 4 PULGADAS HACIA POZO) | U | 10 | \$ 230,00 | \$ 2.300,00 |
| | PEDESTAL TIPO 2 (INCLUYE OBRA CIVIL MENOR: 2 DUCTOS 4 PULGADAS HACIA POZO) | U | 40 | \$ 320,00 | \$ 12.800,00 |
| | PEDESTAL TIPO 3 (INCLUYE OBRA CIVIL MENOR: 2 DUCTOS 4 PULGADAS HACIA POZO) | U | 30 | \$ 440,00 | \$ 13.200,00 |
| 528784 | RECEPTOR OPTICO DE RETORNO GX2-DRR-2X65 | U | 2 | \$ 1.250,00 | \$ 2.500,00 |
| 740-162-20-001 | SENSOR DE TEMPERATURA | U | 6 | \$ 29,70 | \$ 178,20 |
| | TAMPER SWITCH PARA ARMARIO DE FUENTE ALPHA | U | 6 | \$ 20,00 | \$ 120,00 |
| 29-19943 | SOPORTE PARA TAP | U | 60 | \$ 1,24 | \$ 74,40 |
| MBS | TARJETA TRANSPONDER EMBEDOE XM-2 ALPHA | U | 6 | \$ 279,95 | \$ 1.679,70 |
| LAP120V60HZ | SUPRESOR DE TRANSIENTES 120V 60 HZ | U | 6 | \$ 26,79 | \$ 160,74 |
| RMT104-14BCP | TAP 4 WAY 14 DB 1 GHZ | U | 1 | \$ 13,35 | \$ 13,35 |
| RMT104-17BCP | TAP 4 WAY 17 DB 1 GHZ | U | 1 | \$ 13,63 | \$ 13,63 |
| RMT104-20BCP | TAP 4 WAY 20 DB 1 GHZ | U | 10 | \$ 13,35 | \$ 133,50 |
| RMT104-23BCP | TAP 4 WAY 23 DB 1 GHZ | U | 2 | \$ 10,90 | \$ 21,80 |
| RMT108-11BC | TAP 8 WAY 11 DB 1 GHZ | U | 11 | \$ 21,50 | \$ 236,50 |
| RMT108-14BCP | TAP 8 WAY 14 DB 1 GHZ | U | 11 | \$ 21,50 | \$ 236,50 |
| RMT108-17BCP | TAP 8 WAY 17 DB 1 GHZ | U | 15 | \$ 21,50 | \$ 322,50 |
| RMT108-20BCP | TAP 8 WAY 20 DB 1 GHZ | U | 19 | \$ 21,54 | \$ 409,26 |
| RMT108-23BCP | TAP 8 WAY 23 DB 1 GHZ | U | 14 | \$ 22,30 | \$ 312,20 |
| SG4-DRT-2X | TRANSMISOR DE RETORNO MUX - 2X /SG4-DRT-2X | U | 2 | \$ 1.951,41 | \$ 3.902,82 |
| GX2-LM1000B11 | TRANSMISOR OPTICO MODELO GX2 11 dB | U | 1 | \$ 3.898,65 | \$ 3.898,65 |
| TCS-17-48-S | TUBO TERMORETRACTABLE PANDUIT | U | 25 | \$ 8,13 | \$ 203,25 |
| G-KS-KS-M | UNION DE ELEMENTOS MACHO | U | 35 | \$ 3,00 | \$ 105,00 |
| W125 | VARRILLA DE TIERRA COPERWELL 1/2 X 2,43 MTS | U | 75 | \$ 5,12 | \$ 384,00 |
| | | | | | \$ 114.398,62 |
| COSTO DE MANO DE OBRA: | | | | Presupuesto | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación de 50 Sistema de tierra | | | | 525,00 |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Montale de Cable RG-11 | | | | 671,00 |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Montaje de 4084 metros de cable 500 C/M | | | | 4900,61 |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación de 4 FUENTES | | | | 240,00 |
| | | | | | 6336,61 |
| | | | | COSTO TOTAL POR 4 Km | \$ 121.970,98 |
| | | | | COSTO TOTAL POR METRO | \$ 29,87 |

Tabla A 4.2. Tendido soterrado para red HFC por metro

Tabla A 4.3. Tendido aéreo para red de fibra óptica por metro (Operador 1)

| EQUIPOS Y MATERIALES LOCALES E IMPORTADOS RED FIBRA OPTICA | | | | | |
|--|--|----------|----------------|------------------------------|---------------------|
| Articulos | | | | Costos | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total | |
| ABRAZADERA GALVANIZADA DOBLE PARA POSTE DE 6 1/2" | U | 32 | \$ 7,30 | \$ 233,60 | |
| ABRAZADERA GALVANIZADA SIMPLE PARA POSTE DE 6 1/2" | U | 70 | \$ 5,12 | \$ 358,40 | |
| ANILLO PLANO DE 1/2 | U | 60 | \$ 0,19 | \$ 11,40 | |
| BRAZO PARA CONSTRUCCION 0,75 MTRS. | U | 5 | \$ 50,00 | \$ 250,00 | |
| BRAZO PARA CONSTRUCCION 1,0 MTRS. | U | 2 | \$ 70,00 | \$ 140,00 | |
| CABLE DE ATERRIZAJE AWG # 8 (Solido) | METROS | 98 | \$ 1,50 | \$ 147,00 | |
| PERNOS GALVANIZADO DE 1/2" | U | 30 | \$ 0,45 | \$ 13,50 | |
| POSTE DE 9 MTRS @ 350Kg. | U | 1 | \$ 268,94 | \$ 268,94 | |
| TUBO CONDUIT EMT 1/2 DE 3 METROS | U | 14 | \$ 2,55 | \$ 35,70 | |
| TUERCA GALVANIZADA DE 1/2 | U | 30 | \$ 0,19 | \$ 5,70 | |
| TUERCA GALVANIZADA DE OJO 1/2" | U | 60 | \$ 1,50 | \$ 90,00 | |
| | | | | \$ 1.554,24 | |
| Articulos | | | | Costos | |
| No. Parte | Descripción | Unidad | Cantidad | C. Unitario | Costo Total |
| P-301 | AMARRA PLASTICAS 10 CM | U | 204 | \$ 0,03 | \$ 6,12 |
| C204 | BAND IT CINTA DE 1/2" | Caja | 3 | \$ 21,63 | \$ 64,89 |
| C254 | HEBILLA BAND IT C254 1/2" | U | 90 | \$ 0,44 | \$ 39,60 |
| | BAY 24 FIBRAS TYCO | U | 1 | \$ 2.375,00 | \$ 2.375,00 |
| | CABLE FIBRA OPTICA 24 HILOS | Pies | 13395 | \$ 0,45 | \$ 6.027,75 |
| | MANGUITA TUBO PROTECTOR DE FIBRA OPTICA 60MM D / RAYCHEM | U | 144 | \$ 0,32 | \$ 46,08 |
| | CABLE PARA NODO 6 FIBRAS SC/APC | U | 4 | \$ 115,00 | \$ 460,00 |
| R5058 | CANDADOS PARA CONSTRUCCION | U | 160 | \$ 3,60 | \$ 576,00 |
| LP175-9 | CILINDRO DE GAS PROPANO | U | 1 | \$ 11,38 | \$ 11,38 |
| 3M 20YARDAS | CINTA AISLANTE 3M | U | 5 | \$ 5,63 | \$ 28,15 |
| JAB12H | GRAPA PARA VARILLA TIERRA 1/2 COOPERWELL | U | 14 | \$ 2,13 | \$ 29,82 |
| k1 | CONECTOR K1 | U | 60 | \$ 1,69 | \$ 101,40 |
| AST-25-5C100 | CORREAS NEGRAS STRAPS GRANDE | U | 480 | \$ 0,33 | \$ 158,40 |
| SG4-PS | FUENTE DE PODER PARA NODO SG-4000 / MOTOROLA | U | 4 | \$ 332,65 | \$ 1.330,60 |
| FSG400B4 | GABINETE ORGANIZADOR RAYCH 100 | U | 4 | \$ 216,30 | \$ 865,20 |
| 28-09600 | GRAPA TIPO J FIGURA 8 TANGT SUP. CLAMP. 1/2 | U | 40 | \$ 0,45 | \$ 18,00 |
| 3M 4414 | KIT DE LIMPIEZA 3M | U | 4 | \$ 24,08 | \$ 96,32 |
| SG4-87SS/SXX-NNN | Nodo Optico SG-4000 CON FUENTE | U | 4 | \$ 1.840,98 | \$ 7.363,92 |
| | PLACA ACRILICA 3MM IMPRESA 2 COLOR LOGO 125X60MM | U | 120 | \$ 0,56 | \$ 67,20 |
| 528784 | RECEPTOR OPTICO DE RETORNO GX2-DRR-2X65 | U | 8 | \$ 1.250,00 | \$ 10.000,00 |
| SG4-DRT-2X | TRANSMISOR DE RETORNO MUX - 2X /SG4-DRT-2X | U | 8 | \$ 1.951,41 | \$ 15.611,28 |
| GX2-LM1000B11 | TRANSMISOR OPTICO MODELO GX2 11 dB | U | 1 | \$ 3.898,65 | \$ 3.898,65 |
| GX2-LM1000B10 | TRANSMISOR OPTICO MODELO GX2 10 dB | U | 1 | \$ 4.250,00 | \$ 4.250,00 |
| GX2-LM1000B12 | TRANSMISOR OPTICO MODELO GX2 12 dB | U | 1 | \$ 3.538,85 | \$ 3.538,85 |
| GX2-LM1000B14 | TRANSMISOR OPTICO MODELO GX2 14 dB | U | 1 | \$ 3.738,84 | \$ 3.738,84 |
| TCS-17-48-S | TUBO TERMORETRACTABLE PANDUIT | U | 4 | \$ 8,13 | \$ 32,52 |
| W125 | VARRILLA DE TIERRA COPERWELL 1/2 X 2,43 MTS | U | 14 | \$ 5,12 | \$ 71,68 |
| | | | | | \$ 60.807,65 |
| COSTO DE MANO DE OBRA: | | | | Presupuesto | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación de 14 Sistema de tierra | | | 147,00 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Empalmes por fusión (Incluye certificación) | | | 1080,00 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Montaje de 4084 metros de cable fibra óptica 24 hilos | | | 3471,27 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación de baginete y BAY de empalmes fibra óptica | | | 240,00 | |
| | | | | | 4938,27 |
| | | | | COSTO TOTAL POR 4 Km | \$ 67.300,16 |
| | | | | COSTO TOTAL POR METRO | \$ 16,48 |

TENDIDO AÉREO PARA RED DE FIBRA ÓPTICA POR METRO (OPERADOR 2)

| EQUIPOS Y MATERIALES LOCALES E IMPORTADOS RED DE FIBRA ÓPTICA | | | | | |
|---|---|--------|----------|-----------------------|--------------|
| | Artículos | | | Costos | |
| No. Parte | Descripción | Unidad | Cantidad | C. Unitario | Costo Total |
| 012EBZ-13101A20 | 12-Fiber FREEDM LSZH Flat Drop Cable Gel-Filled LSZH Rated SMFe (OS2) 0.4/0 | METROS | 1000 | \$ 1,21 | \$ 1.210,00 |
| 036EN4-63S01A20 | 36-Fiber SOLO® ADSS Cable Short NESC Heavy 300' Span, Medium 500', | METROS | 1000 | \$ 1,44 | \$ 1.440,00 |
| 048EN4-T3S01A20 | 48-Fiber SOLO® ADSS Cable Short NESC Heavy 300' Span, Medium 500', | METROS | 1000 | \$ 1,49 | \$ 1.490,00 |
| 144EN4-T3S01A20 | 144-Fiber SOLO® ADSS Cable Short NESC Heavy 300' Span, Medium 500', | METROS | 1000 | \$ 3,47 | \$ 3.470,00 |
| KR-FO-12.1 | KIT RETENCION PREFORMADO 12.1 mm-60 cm | U | 25 | \$ 35,80 | \$ 895,00 |
| KR-FO-12.1-1 | KIT RETENCION PREFORMADO 12.1 mm-1m | U | 25 | \$ 36,50 | \$ 912,50 |
| KR-FO-16.1 | KIT RETENCION PREFORMADO 16.1 mm | U | 25 | \$ 45,00 | \$ 1.125,00 |
| FIST GCO2-BC16-GV | MANGA GCO2 288 FUSIONES KIT | U | 2 | \$ 1.100,00 | \$ 2.200,00 |
| FOC450 A4-4-96 | MANGA FOSC450 144 FUSIONES KIT | U | 3 | \$ 475,00 | \$ 1.425,00 |
| ETIQUETAS | ETIQUETAS PARA RED AEREA | U | 50 | \$ 1,21 | \$ 60,50 |
| | | | | | \$ 14.228,00 |
| | COSTO DE MANO DE OBRA: valores unitarios | | | VALOR | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Tendido cable FO | | | 0,90 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación Manga | | | 75,00 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Fusiones | | | 11,45 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Adecuacion de reservas | | | 60,00 | |
| | Adosamiento de cables (empaquetado) | | | 0,75 | |
| | Instalacion Preformados | | | 0,90 | |
| | | | | | \$ 149,00 |
| | | | | COSTO TOTAL POR 4 Km | \$ 14.377,00 |
| | | | | COSTO TOTAL POR METRO | \$ 14,38 |

Tabla A 4.5. Tendido aéreo para red de fibra óptica por metro (Operador 2)

TENDIDO SOTERRADO PARA RED DE FIBRA ÓPTICA CON PROTECCIÓN ANTI ROEDORES POR METRO (OPERADOR 2)

| EQUIPOS Y MATERIALES LOCALES E IMPORTADOS RED DE FIBRA ÓPTICA | | | | | |
|---|---|--------|----------|--------------|--------------|
| | Artículos | | | Costos | |
| No. Parte | Descripción | Unidad | Cantidad | C. Unitario | Costo Total |
| 036ELUZ-63101A20 | 12-Fiber FREEDM LSZH Flat Drop Cable Gel-Filled LSZH Rated SMFe (OS2) 0.4/0 | METROS | 1000 | \$ 3,03 | \$ 3.031,25 |
| 072ELUZ-T3101A20 | 36-Fiber SOLO® ADSS Cable Short NESC Heavy 300' Span, Medium 500' | METROS | 1000 | \$ 3,48 | \$ 3.481,25 |
| 144ELUZ-T3101A20 | 48-Fiber SOLO® ADSS Cable Short NESC Heavy 300' Span, Medium 500' | METROS | 1000 | \$ 6,03 | \$ 6.031,25 |
| 288ELUZ-T3101A20 | 72-Fiber SOLO® ADSS Cable Short NESC Heavy 300' Span, Medium 500' | METROS | 1000 | \$ 9,23 | \$ 9.231,25 |
| 144EN4-T3S01A20 | 144-Fiber SOLO® ADSS Cable Short NESC Heavy 300' Span, Medium 500' | METROS | 1000 | \$ 3,47 | \$ 3.470,00 |
| KR-SOT | KIT PORTARESERVAS | U | 25 | \$ 65,00 | \$ 1.625,00 |
| KP-MGS-SOT | KIT PORTAMANGAS | U | 5 | \$ 45,00 | \$ 225,00 |
| KR-FO-16.1 | KIT RETENCION PREFORMADO 16.1 mm | U | - | \$ 45,00 | \$ - |
| FIST GCO2-BC16-GV | MANGA GCO2 288 FUSIONES KIT | U | 2 | \$ 1.100,00 | \$ 2.200,00 |
| FOC450 A4-4-96 | MANGA FOSC450 144 FUSIONES KIT | U | 3 | \$ 475,00 | \$ 1.425,00 |
| ETIQUETAS | ETIQUETAS PARA RED SOTERRADA | U | 50 | \$ 1,60 | \$ 80,00 |
| | | | | | \$ 30.800,00 |
| | COSTO DE MANO DE OBRA: valores unitarios | | | VALOR | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Tendido cable FO | | | 0,90 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Instalación Manga | | | 75,00 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Fusiones | | | 11,45 | |
| <input type="checkbox"/> Extranjero | Adecuacion de reservas | | | 60,00 | |
| | Adosamiento de cables (empaquetado) | | | 0,75 | |
| | Instalacion Preformados | | | 0,90 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | \$ 149,00 |
| COSTO TOTAL POR 4 Km | | | | \$ 30.949,00 | |
| COSTO TOTAL POR METRO | | | | \$ 30,95 | |

Tabla A 4.6. Tendido soterrado para red de fibra óptica por metro (Operador 2)

TENDIDO AÉREO Y SOTERRADO PARA RED DE CABLE MULTIPAR POR METRO

| Mano de obra | | | | | | |
|---|-----------|-----------------|-------|---------------|-----------|-----------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo | Soterrado | Total Soterrado |
| Conexión - Instalada regleta 100" Repartidor | Unidad | 21,89 | 1 | 21,89 | 0,00 | 0,00 |
| Instalación - Montaje de Armario | Unidad | 9,32 | 2 | 18,64 | 2,00 | 18,64 |
| Conexión - Instalación Bloque de 100" Armario | Unidad | 17,62 | 2 | 35,24 | 2,00 | 35,24 |
| Conexión - Instalación Bloque de 50" Armario | Unidad | 12,74 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Conexión - Instalación Caja de Dispersión 10" | Unidad | 9,07 | 8 | 72,56 | 8,00 | 72,56 |
| Montaje de canaletas poste o pared | Unidad | 6,42 | 8 | 51,36 | 8,00 | 51,36 |
| Transporte - Plantada poste de mandera tratada 8.5 m | Unidad | 58,02 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Montaje de tensor: tierra o farol | Unidad | 28,57 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Conexión y puesta a tierra caja de dispersión | Unidad | 10,51 | 3 | 31,53 | 3,00 | 31,53 |
| Colocación de portaconsola - consola en cámaras telefónicas | Unidad | 5,72 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cambios de 3ras. Líneas (incluido cruzadas) | Unidad | 7,96 | 1 | 7,96 | 1,00 | 7,96 |
| Instalación Telefónica | Unidad | 14,19 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cruzada en Armario o Repartidor | Unidad | 0,99 | 1 | 0,99 | 1,00 | 0,99 |
| Transporte - Plantada poste de mandera tratada 9 m | Unidad | 71,73 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Traslado de línea de abonado | Unidad | 15,98 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ubicación de abonados | Unidad | 1,63 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Medición y determinación de falla en canal digital | Unidad | 16,89 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Replanteo de Redes Telefónicas | Kilómetro | 16,12 | 1 | 16,12 | 1,00 | 16,12 |
| Conexión y puesta a tierra Armarios Telefónicos / Empalmes | Unidad | 17,60 | 2 | 35,20 | 2,00 | 35,20 |
| Levantamiento de Caja de Dispersión 10" | Unidad | 5,84 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Etiquetado de Cables | Unidad | 1,80 | 25 | 45,00 | 20,00 | 36,00 |
| Sellado de armarios | Unidad | 18,39 | 2 | 36,78 | 2,00 | 36,78 |
| Digitalización de circuito telefónico | Unidad | 5,58 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL USD AÉREO Y SOTERRADO | | | | 373,27 | | 342,38 |

Tabla A 4.7. Costo de mano de obra aérea y soterrada para red de cable multipar

| Tendido de cables soterrados | | | | |
|--|--------|-----------------|-----------|-----------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Soterrado | Total Soterrado |
| Tendido de cable subterráneo 10x2x0.4 | metro | 0,27 | 0 | 0 |
| Tendido de cable subterráneo 20x2x0.4 | metro | 0,27 | 0 | 0 |
| Tendido de cable subterráneo 30x2x0.4 | metro | 0,27 | 0 | 0 |
| Tendido de cable subterráneo 50x2x0.4 | metro | 0,28 | 0 | 0 |
| Tendido de cable subterráneo 70x2x0.4 | metro | 0,31 | 0 | 0 |
| Tendido de cable subterráneo 100x2x0.4 | metro | 0,35 | 1000 | 350 |
| Tendido de cable subterráneo 150x2x0.4 | metro | 0,38 | 0 | 0 |
| Tendido de cable subterráneo 200x2x0.4 | metro | 0,42 | 0 | 0 |
| TOTAL USD SOTERRADO | | | | 350 |

Tabla A 4.8. Costo de tendido de cables soterrados para red de cable multipar

| Tendido de cables aéreos | | | | |
|--|--------|-----------------|---------|---------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo |
| Tendido de red aérea, cable 150x2x0.4 | metro | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 100x2x0.4 | metro | 0,33 | 1000,00 | 330,00 |
| Tendido de red aérea, cable 70x2x0.4 | metro | 0,30 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 50x2x0.4 | metro | 0,29 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 30x2x0.4 | metro | 0,26 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 20x2x0.4 | metro | 0,25 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 10x2x0.4 | metro | 0,23 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 200x2x0.4 | metro | 0,36 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 10x2x0.6 | metro | 0,29 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 20x2x0.6 | metro | 0,30 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 30x2x0.6 | metro | 0,32 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 50x2x0.6 | metro | 0,34 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 70x2x0.6 | metro | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 100x2x0.6 | metro | 0,38 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 10x2x0.5 | metro | 0,26 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 20x2x0.5 | metro | 0,26 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 30x2x0.5 | metro | 0,28 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 50x2x0.5 | metro | 0,30 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 70x2x0.5 | metro | 0,31 | 0,00 | 0,00 |
| Tendido de red aérea, cable 100x2x0.5 | Unidad | 0,34 | 0,00 | 0,00 |
| Cruce americano | Unidad | 10,79 | 1,00 | 10,79 |
| TOTAL USD DE TENDIDO DE RED AÉREA | | | | 340,79 |

Tabla A 4.9. Costo de tendido de cables aéreos para red de cable multipar-

| Empalme de red soterrada | | | | |
|--|--------|-----------------|-----------|-----------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Soterrado | Total Soterrado |
| Empalme subterráneo, cable de 150" | Unidad | 30,66 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 100" | Unidad | 25,47 | 1,00 | 25,47 |
| Empalme subterráneo, cable de 70" | Unidad | 22,88 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 50" | Unidad | 20,29 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 30" | Unidad | 15,10 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 20" | Unidad | 12,51 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 10" | Unidad | 9,92 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 200" | Unidad | 35,84 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 300" | Unidad | 42,16 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 400" | Unidad | 44,43 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 600" | Unidad | 60,07 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 900" | Unidad | 73,24 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme subterráneo, cable de 1200" | Unidad | 98,18 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL USD DE EMPALME DE RED SUBTERRÁNEA | | | | 25,47 |

Tabla A 4.10. Costo de empalme de red soterrada para red de cable multipar

| Empalme de red aérea | | | | |
|-------------------------------------|--------|-----------------|-------|--------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo |
| Empalme de red aérea, cable de 150" | Unidad | 34,89 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme de red aérea, cable de 100" | Unidad | 30,44 | 1,00 | 30,44 |
| Empalme de red aérea, cable de 70" | Unidad | 26,62 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme de red aérea, cable de 50" | Unidad | 22,80 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme de red aérea, cable de 30" | Unidad | 18,98 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme de red aérea, cable de 20" | Unidad | 18,22 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme de red aérea, cable de 10" | Unidad | 17,46 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme de red aérea, cable de 200" | Unidad | 36,78 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme ventana, cable de 10" | Unidad | 19,12 | | 0,00 |
| TOTAL USD EMPALME AÉREO | | | | 30,44 |

Tabla A 4.11. Costo de empalme de red aérea para red de cable multipar

| Desmontaje de red aérea | | | | |
|--|--------|-----------------|-----------|-----------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Soterrado | Total Soterrado |
| Desmontaje de red aérea, cable 200x2x0.4 | metro | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| Desmontaje de red aérea, cable 150x2x0.4 | metro | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| Desmontaje de red aérea, cable 100x2x0.4 | metro | 0,20 | 1000,00 | 200,00 |
| Desmontaje de red aérea, cable 70x2x0.4 | metro | 0,19 | 0,00 | 0,00 |
| Desmontaje de red aérea, cable 50x2x0.4 | metro | 0,18 | 0,00 | 0,00 |
| Desmontaje de red aérea, cable 30x2x0.4 | metro | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| Desmontaje de red aérea, cable 20x2x0.4 | metro | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| Desmontaje de red aérea, cable 10x2x0.4 | metro | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| Desmontaje caja de dispersión 10" | Unidad | 2,25 | 8,00 | 18,00 |
| TOTAL USD DESMONTAJE DE RED AÉREA | | | | 218 |

Tabla A 4.12. Costo de desmontaje de red aérea para red de cable multipar

| Tendido de red soterrada primaria | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------|-----------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Soterrado | Total Soterrado |
| Tendido de cable por ducto 300x2x0.4 | metro | 0,62 | 100 | 62 |
| Tendido de cable por ducto 600x2x0.4 | metro | 0,72 | 0 | 0 |
| Tendido de cable por ducto 900x2x0.4 | metro | 0,89 | 0 | 0 |
| Tendido de cable por ducto 1200x2x0.4 | metro | 0,99 | 0 | 0 |
| Tendido de cable por ducto 400x2x0.4 | metro | 0,69 | 0 | 0 |
| TOTAL USD TENDIDO DE RED SUBTERRÁNEA | | | | 62 |

Tabla A 4.13. Costo de tendido de red soterrada primaria para red de cable multipar

| Tendido de cables adosados | | | | |
|---|--------|-----------------|-------|-------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo |
| Tendido cable adosado 10 pares | metro | 0,25 | 800 | 200 |
| Tendido cable adosado 20 pares | metro | 0,27 | 0 | 0 |
| Tendido cable adosado 30 pares | metro | 0,28 | 0 | 0 |
| Tendido cable adosado 50 pares | metro | 0,29 | 0 | 0 |
| Tendido cable adosado 70 pares | metro | 0,3 | 0 | 0 |
| Tendido cable adosado 100 pares | metro | 0,32 | 0 | 0 |
| TOTAL USD TENDIDO DE RED AERA DE CABLES ADOSADOS | | | | 200 |

Tabla A 4.14. Costo de tendido de cables adosados aéreos para red de cable multipar

| Recuperación de empalmes aéreos | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------|-----------------|
| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Soterrado | Total Soterrado |
| Recuperación de empalme aéreo 10" | Unidad | 10,75 | 0,00 | 0,00 |
| Recuperación de empalme aéreo 20" | Unidad | 12,11 | 0,00 | 0,00 |
| Recuperación de empalme aéreo 30" | Unidad | 12,98 | 0,00 | 0,00 |
| Recuperación de empalme aéreo 50" | Unidad | 14,02 | 0,00 | 0,00 |
| Recuperación de empalme aéreo 70" | Unidad | 15,49 | 0,00 | 0,00 |
| Recuperación de empalme aéreo 100" | Unidad | 17,40 | 1,00 | 17,40 |
| Recuperación de empalme aéreo 150" | Unidad | 19,02 | 0,00 | 0,00 |
| Recuperación de empalme aéreo 200" | Unidad | 21,63 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL USD DE RECUPARACIÓN DE EMPALMES AÉREOS | | | | 17,40 |

Tabla A 4.15. Costo de recuperación de empalmes aéreos para red de cable multipar

| HERRAJERIA | | | | | | |
|--|--------|-----------------|--------|---------------|-----------|-----------------|
| Elemento | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo | Soterrado | Total Soterrado |
| Abrazadera grande para consola deslizante | Unidad | 1,03 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 20,60 |
| Abrazadera pequeña para consola deslizante | Unidad | 0,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Anillo sujeción circular grande para pared | Unidad | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 5,80 |
| Anillo sujeción circular pequeño para pared | Unidad | 0,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Anillo sujeción rectangular pequeño para pared | Unidad | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Anillo sujeción rectangular grande para pared | Unidad | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Anillo conductor | Unidad | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 9,00 |
| Brida de suspensión | Unidad | 2,85 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 57,00 |
| Consola fija | Unidad | 3,85 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 77,00 |
| Consola fija en U | Unidad | 3,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Consola deslizante | Unidad | 3,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gancho terminal 7x1.6 | Unidad | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gancho terminal 7x2 | Unidad | 2,25 | 25,00 | 56,25 | 0,00 | 0,00 |
| Soporte para consola deslizante | Unidad | 3,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Soporte para consola fija | Unidad | 2,57 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 51,40 |
| Soporte gancho de dispersión | Unidad | 0,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Soporte gancho terminal | Unidad | 1,65 | 25,00 | 41,25 | 0,00 | 0,00 |
| Soporte manguito terminal | Unidad | 1,16 | 200,00 | 232,00 | 200,00 | 232,00 |
| Manguito terminal 7x1.2 | Unidad | 0,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manguito terminal 7x1.6 | Unidad | 1,03 | 200,00 | 206,00 | 200,00 | 206,00 |
| Grillete, hasta 8 AWG | Unidad | 0,90 | 5,00 | 4,50 | 5,00 | 4,50 |
| Ancla de hierro de 5/8" para cámara | Unidad | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL USD DE HERRAJERIA | | | | 540,00 | | 663,30 |

Tabla A 4.16. Costo de herrajería aérea y soterrada para red de cable multipar

| Materiales / Distrito | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|-----------------|---------|----------------|-----------|-----------------|
| Cables | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo | Soterrado | Total Soterrado |
| Cable autoportado 10x2x0.4 | metro | 1,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 20x2x0.4 | metro | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 30x2x0.4 | metro | 1,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 50x2x0.4 | metro | 2,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 70x2x0.4 | metro | 2,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 100x2x0.4 | metro | 3,54 | 1000,00 | 3540,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 150x2x0.4 | metro | 5,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 200x2x0.4 | metro | 6,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 10x2x0.4 | metro | 0,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 20x2x0.4 | metro | 1,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 30x2x0.4 | metro | 1,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 50x2x0.4 | metro | 1,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 70x2x0.4 | metro | 2,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 100x2x0.4 | metro | 3,16 | 0,00 | 0,00 | 1000,00 | 3160,00 |
| Cable sin autosuspensión 150x2x0.4 | metro | 4,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 200x2x0.4 | metro | 5,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 300x2x0.4 | metro | 7,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 400x2x0.4 | metro | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 600x2x0.4 | metro | 13,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 900x2x0.4 | metro | 19,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 1200x2x0.4 | metro | 26,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 1800x2x0.4 | metro | 37,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 10x2x0.6 | metro | 1,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 20x2x0.6 | metro | 2,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 30x2x0.6 | metro | 2,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 50x2x0.6 | metro | 3,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 70x2x0.6 | metro | 5,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 100x2x0.6 | metro | 7,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable autoportado 150x2x0.6 | metro | 10,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 10x2x0.6 | metro | 2,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 20x2x0.6 | metro | 3,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 30x2x0.6 | metro | 4,69 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 50x2x0.6 | metro | 6,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 70x2x0.6 | metro | 8,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 100x2x0.6 | metro | 9,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 150x2x0.6 | metro | 11,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 200x2x0.6 | metro | 13,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 300x2x0.6 | metro | 14,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 400x2x0.6 | metro | 16,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cable sin autosuspensión 600x2x0.6 | metro | 24,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL USD DE CABLES | | | | 3540,00 | | 3160,00 |

Tabla A 4.17. Costo de materiales aéreos y soterrados para red de cable multipar

| Material de Distribución | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-------|---------------|-----------|-----------------|
| Elemento | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo | Soterrado | Total Soterrado |
| Caja de distribución de 10" SIMELCA | Unidad | 43,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Caja de distribución externa de 10" | Unidad | 50,40 | 8,00 | 403,20 | 0,00 | 0,00 |
| Caja de distribución externa de 10" - Protegida - | Unidad | 102,13 | 0,00 | 0,00 | 8,00 | 817,04 |
| Caja de distribución externa de 20" | Unidad | 93,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Bloque de conexión 50", con desplaz. De aislamiento | Unidad | 98,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Bloque de conexión 100", con desplaz. De aislamiento | Unidad | 112,32 | 1,00 | 112,32 | 1,00 | 112,32 |
| Minibloque de conexión de 50" - SIMELCA | Unidad | 39,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Minibloque de conexión de 100" - SIMELCA | Unidad | 72,00 | 1,00 | 72,00 | 1,00 | 72,00 |
| Regleta de repartidor, incluye protecciones | Kit | 743,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Bloque de conexión 50", de 3M | Unidad | 77,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL USD DE MATERIAL DE DISTRIBUCIÓN | | | | 587,52 | | 1001,36 |

Tabla A 4.18. Costo de materiales de distribución aéreos y soterrados para red de cable multipar

| Material de Empalme | | | | | | |
|---|--------|-----------------|--------|---------------|-----------|-----------------|
| Elemento | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo | Soterrado | Total Soterrado |
| Módulo de conexión de 25". - 3M- | Unidad | 2,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cinta masilla aislante de 1.5 metros | Rollo | 4,80 | 1,00 | 4,80 | 1,00 | 4,80 |
| Conector minipicabón | Unidad | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Conector Ref. UY2 | Unidad | 0,10 | 200,00 | 20,00 | 200,00 | 20,00 |
| Empalme 3M (1800 - 1200 ") | Kit | 264,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme 3M (900 - 600 - 400 ") | Kit | 264,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme 3M (300 - 200 - 150 ") | Kit | 126,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme 3M (100 - 70 ") | Kit | 84,00 | 1,00 | 84,00 | 0,00 | 0,00 |
| Empalme 3M (50 - 30 - 20") | Kit | 60,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga Subterránea (1200") | Kit | 189,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga Subterránea (900") | Kit | 189,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga Subterránea (600 - 400") | Kit | 158,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga Subterránea (300") | Kit | 158,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga Subterránea (200") | Kit | 114,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga Subterránea (150 - 100") | Kit | 102,79 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 102,79 |
| Manga Subterránea Ref. Pouyect (100 - 70 - 50 - 30 - 20") | Kit | 59,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Conector cable de acometida | Unidad | 2,40 | 160,00 | 384,00 | 160,00 | 384,00 |
| Manga 3M (100 - 70 - 50 - 30 - 20") | Unidad | 39,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cinta scotch 88T | Rollo | 2,52 | 1,00 | 2,52 | 1,00 | 2,52 |
| Scotch 22 (18mx33m) | Rollo | 2,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Scotch 23T (18,2mx19m) | Rollo | 3,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cinta scotch vinil mastic, VM TAPE | Kit | 6,70 | 1,00 | 6,70 | 1,00 | 6,70 |
| Manga MTM, tipo M1 (directo 10" - 50") | Kit | 22,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga MTM, tipo M2 (directo 70" - 100") | Kit | 24,18 | 1,00 | 24,18 | 1,00 | 24,18 |
| Manga MTM, tipo M3 (derivado 70" - 100") | Kit | 26,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga MTM, tipo M5 (derivado 20" - 30") | Kit | 28,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Manga MTM, tipo M5 (derivado 50") | Kit | 28,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cinta de aluminio envolvente autoadhesiva 1mm | Unidad | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cinta sin autoadhesivo | Rollo | 7,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cinta aislante Ruber Mastic | Rollo | 14,56 | 1,00 | 14,56 | 0,00 | 0,00 |
| Cinta aislante Mastic 10 Play Seal | Rollo | 18,75 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 18,75 |
| Conector pequeño de pantalla (LAGARTO) | Unidad | 1,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Conector grande de pantalla (LAGARTO) | Unidad | 1,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Silica gel Azul Granulado - Paquete de 47 grs | Unidad | 2,25 | 1,00 | 2,25 | 1,00 | 2,25 |
| TOTAL USD DE MATERIAL DE EMPALME | | | | 543,01 | | 565,99 |

Tabla A 4.19. Costo de material de empalmes aéreos y soterrados para red de cable multipar

| Varios | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-------|---------------|-----------|-----------------|
| Elemento | Unidad | Precio Unitario | Aéreo | Total Aéreo | Soterrado | Total Soterrado |
| Cable entorchado 2x23 AWF - cruzada - | metro | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Armario de hierro | Unidad | 379,88 | 2 | 759,76 | 2 | 759,76 |
| Correa plástica ajustable | Unidad | 0,96 | 15 | 14,4 | 0 | 0 |
| Varilla copperweld de 5/8"x1.5 metros | Unidad | 10,76 | 5 | 53,8 | 5 | 53,8 |
| Conductor de Cu, #8 AWG trenzado | metro | 0,62 | 25 | 15,5 | 5 | 3,1 |
| Conector pie - talón Cu. /Al hasta 8 AWG | Unidad | 0,64 | 5 | 3,2 | 5 | 3,2 |
| Cable de acometida 2x20 AWG | metro | 0,11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cable tipo EKUA 2x22 AWG | metro | 0,07 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tensor plástico incluido gancho | Unidad | 0,63 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Armario telefónico - Miniposte - | Unidad | 121,98 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conector perno hendido rango 2 - 8 AWG | metro | 2,05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Espiral plástica de 1/4" Und. De 10 metros | Unidad | 1,05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Espiral plástica de 3/8" Und. De 10 metros | Unidad | 1,96 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Espiral plástica de 3/4" Und. De 10 metros | Unidad | 4,81 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Parafina | Kl | 1 | 0 | 0 | 40 | 40 |
| Platina de cobre 1/8x1" de 3 metros | metro | 3,13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aislador de barra de platina de cobre de 5 cm | Unidad | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cable flexible 16 (continuidad de pantalla) | metro | 0,74 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL USD DE VARIOS | | | | 846,66 | | 859,86 |

Tabla A 4.20. Costo de materiales varios aéreos y soterrados para red de cable multipar

| | |
|--|------------------|
| COSTO TOTAL POR 4K AÉREO | 28.006,76 |
| COSTO TOTAL POR METRO AÉREO | 7.001,69 |
| | |
| COSTO TOTAL POR 4K SOTERRADO | 29.063,04 |
| COSTO TOTAL POR METRO SOTERRADO | 7.265,76 |

Tabla A 4.21. Costo total de tendido aéreo vs soterrado para red de cable multipar

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://redeslanzully.blogspot.com/search?q=coaxial>
- [2] <http://www.slideshare.net/JacquelineMuozAnacona/medios-de-transmision-jacqueline-muoz>
- [3] <http://redeslanzully.blogspot.com/search?q=coaxial>
- [4] <http://5104-info.blogspot.com/2011/08/cable-coaxial.html>
- [5] <http://redeslanzully.blogspot.com/search?q=coaxial>
- [6] http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm
- [7] <http://www.c3comunicaciones.es/cables-para-tendido-aereo/>
- [8] <http://www.etp.com.co/etp/media/Normasfibra.pdf>
- [9] http://wikitel.info/wiki/UA-Redes_PON_Instalacion#Cable_ADSS
- [10] http://www.samborondon.gob.ec/sitio/pdf/Ordenanzas/ANEXO_1.pdf
- [11] Revelo Jorge, *“Normativo Técnico para la instalación aérea y subterránea de redes de energía eléctrica y de telecomunicaciones en planta externa que comparten su infraestructura tanto en el espacio aéreo como en el suelo”*, Quito, 2010.
- [12] <http://www.monografias.com/trabajos87/disenio-planta-externa-ups/disenio-planta-externa-ups.shtml>
- [13] http://www.fidailgotelecom.com.ec/cajas_10ps500010.php
- [14] <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>
- [15] http://tecnicoperu8k.blogspot.com/2011_07_01_archive.html [16]
- [16] http://www.nyhelectronica.com.ar/pdf/carac/car_tec_Splitter_Tap.pdf

- [17] <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>
- [18] <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5605/1/T-ESPE-033679.pdf>
- [19] <http://www.um.edu.ar/catedras/claroline/backends/download.php?url=L1RIbGVmb27tYS9QbGFudGFfRXh0ZXJuYS5wZGY%3D&cidReset=true&cidReq=IT002>.
- [20] Eduardo Belleza y Oscar Szymanczyk, *"Diseño de Planta Externa I y II"*, Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y empresas de Telecomunicaciones, Madrid.
- [21] Colombia Telecomunicaciones S.A. ESP Telecom *"Manual de Construcción de Redes Telefónicas Locales"*, Bogotá, 2004
- [22] Anexo Técnico de la Ordenanza Municipal No. 022, denominado *"Reglas Técnicas para instalaciones de redes eléctricas y de conectividad en el Distrito Metropolitano de Quito"*
- [23] Norma técnica para el soterramiento progresivo de redes de telecomunicaciones, audio y video por suscripción y similares y reordenamiento de cables en espacio público aéreo, Quito, 2013.
- [24] http://www.ingemar.com.ar/detalle-productosmas.php?red=telefonía_electricidad&id=4
- [25] Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento de Cuenca Etapa, *"Normas técnicas para la construcción y fiscalización de redes primarias, secundarias y líneas de abonados de una red de acceso para servicios de telecomunicaciones"*, Cuenca, 2005
- [26] <http://www.spw.cl/catv/catv0510.htm>
- [27] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1968/1/CD-0467.pdf>
- [28] <http://www.ute.com.uy/empresa/lineas/distribucion/normalizacion/docs/et06011.pdf>

- [29] Ordenanza Municipal No. 022, "Ordenanza Metropolitana que establece el régimen Administrativo de otorgamiento y aplicación de la Licencia Metropolitana Urbanística de utilización o aprovechamiento del espacio público para la instalación de redes de servicio LMU 40", enero 2011.
- [30] Delegación Regional Valdivia, Cámara Chilena de la Construcción y Unidad de Estudios, *"Informe Propuesta Soterramiento de cables Ciudad de Valdivia Alternativas Técnicas y Legales"*, 2010.
- [31] Convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Empresa Eléctrica Quito, la Agencia Metropolitana de Control y la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito para el ejercicio de potestad de inspección del uso o aprovechamiento del espacio público, 2012.
- [32] Gandour Consultores LTDA, *"Propuesta Técnica Normativa para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, 2011"*
- [33] Contrato de arrendamiento de postes entre la Empresa Eléctrica Quito y los prestadores de servicios, 2013.
- [34] Pinzón Barriga Luis Enrique, *"Estudio para la propuesta de implementación de un sistema de supervisión y control de las redes de telecomunicaciones soterradas en la Municipalidad de Santiago de Guayaquil"*, Guayaquil, 2012.
- [35] Orihuela Martínez, Luis Enrique y Villegas Argota, Daniel, *"Fundamentos para la instalación de líneas de Distribución Subterráneas en México"*, México, 2010.
- [36] <http://www.supercias.gob.ec/portalinformacion/consulta/index.php>
- [37] http://controlenlinea.supertel.gob.ec/wps/portal/informacion/informaciontecnica/internet/estadisticasinternet!/ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8zijY08DAw8_A28DUJc
- [38] <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>